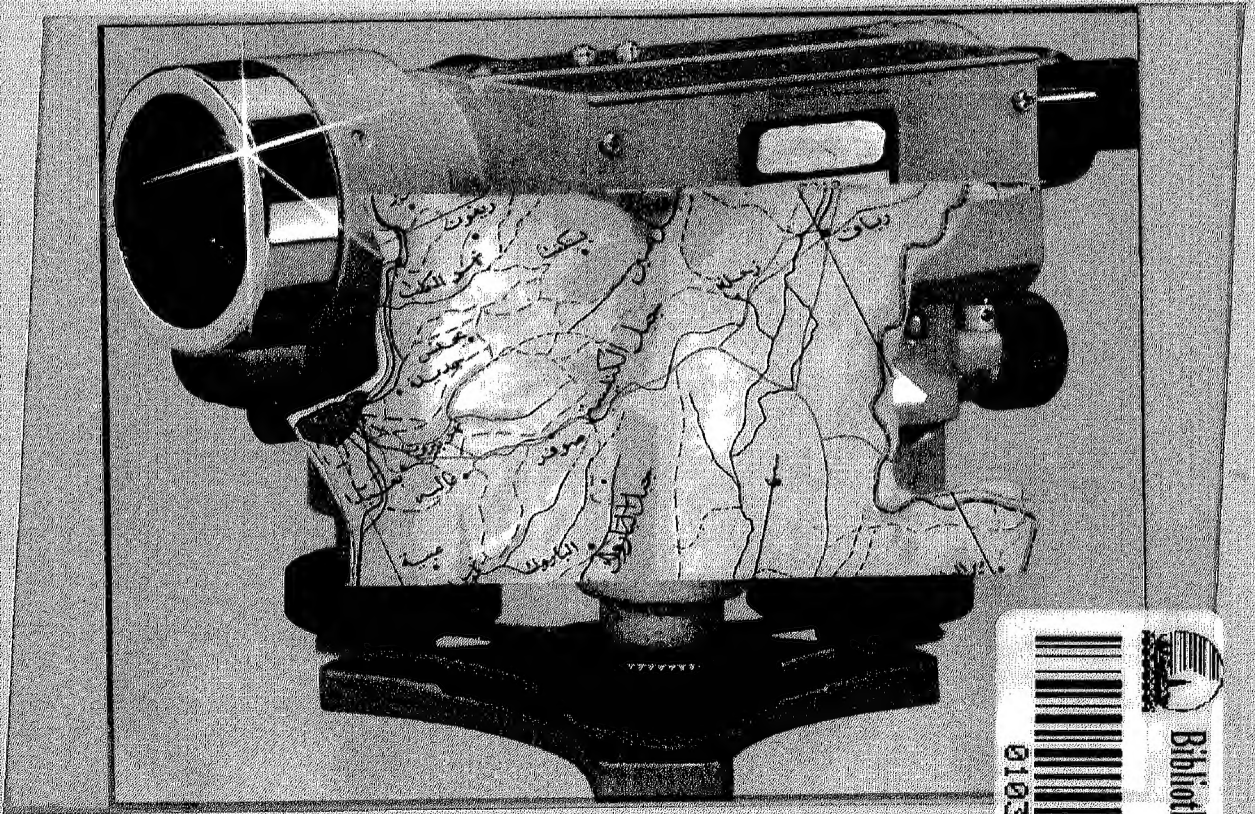


دكتور
إبراهيم زيادي
قسم الجغرافيا - كلية الآداب
جامعة الإسكندرية - بيروت العربية

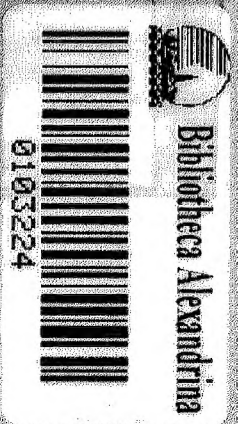
مبادئ الخرائط والمساحة



دار المعرفة الجامعية

٤٠ شارع سوثير - الأزاريطة - ت ١٦٣-٤١٣

٣٨٧ شارع جمال السويسي - السليبي - ت ١٤٦-٥٩٧



منبأى الأجزاء والمساحة

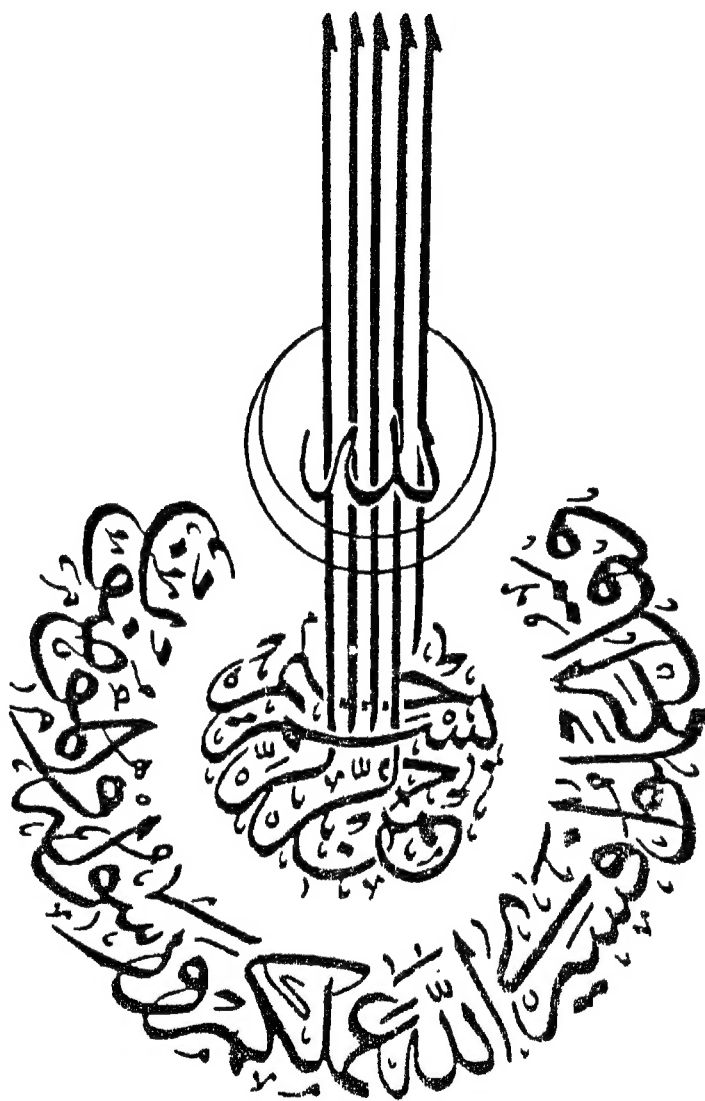
٢

مبادئ الخرائط والمساحة

دكتور
إبراهيم زياوي
قسم الجغرافيا - كلية الآداب
جامعة الإسكندرية - بيروت العربية

١٩٩٧

دار المعرفه الجامعيه
٤ ش. سويديه الزاويه ٢٠١٦٣-٢١٣
٥٩٧٣١٤٦٥ - عمان - الاردن



إهداء

اليهم ...

رفيقة العمر وعبق الحياة

و

الأحباء خالد وحازم ومعتز

تصدير

تمثل الخرائط أداة حفرافية توضح . مجموعة الحقائق العلمية عن العلاقة بين
الانسان وبين بيئته التي تمثل محل اهتمام علم الجغرافيا .

وتعتبر الخرائط محالاً رحباً لتوزيع هذه الحقائق والربط بينها ، ومن على
الخرائط يتم الاستقراء والاستنتاج الذي يفيد عند التخطيط وصنع القرار

وعلم الخرائط بمفهومه الجامع يجعل من الصعب أن يضمه كتاب واحد بعد
أن تعددت أنواع الخرائط وانتشر استخدامها في كل مجالات العلم والمعرفة .

ومن ثم فإن هذا الكتاب الذي تقدمه لابنائنا من طلاب المرحلة الجامعية
الأولى إنما يعرض لمبادئ هذا العلم كأساليب تصنيف وترميز وقراءة الخرائط ،
مع عرض دون إسهاب لبعض طرق الرفع المساحي التي تفيد الجغرافى . في
دراساته الميدانية ، وما قد يستتبع ذلك من إضافة أو تعديل على الخرائط
الموجودة أو إنشاء خرائط لمناطق لم يسبق رفعها .

ويقع هذا الكتاب في باين اثنين ، يعرض أولهما لمبادئ علم الخرائط ، على
حين يعرض ثانيهما لمبادئ علم المساحة المستوية بما يتناسب وقدر المعرفة
المطلوب لطلاب قسم الجغرافيا الذى من شأنه أن يفيد في دراساتهم الجغرافية
المستقبلية .

واقراراً بالفضل وإعترافاً بالجميل أجد لزاماً على أن أسجل بكل الإحرام
والإعزاز والتقدير شكرى لاساتذتى بقسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة
الإسكندرية على ما قدموه لى من علم وعون ورصيد من المعرفة .

وختاماً فاننى أسأل الله العزيز القدير بكماله النافذ الحكم بسلطانه أن أكون
قد وفقت فى ما قصدت ، وعلى الله قصد السبيل .

والله الموفق ...

الاسكندرية فى ١٠ أكتوبر ١٩٩١
دكتور
إبراهيم زيادى

محتويات الكتاب

الموضوع

الباب الأول

مبادئ علم الخرائط

١٥	— مقدمة
----	---------------

الفصل الأول

تصنيف الخرائط

٢١	— تصنيف الخرائط على أساس نوع الاسقاط
٢٤	— تصنيف الخرائط على أساس مقياس الرسم
٢٩	— تصنيف الخرائط على أساس ما توضحه من ظواهر
٣١	— الخرائط بين النوع والكم

الفصل الثاني

ترميز الخرائط

٤١	— الرموز الوعية
٤٧	— الرموز الكمية
٥٣	— الرسوم البيانية

الفصل الثالث

الخرائط الجيولوجية

- ٩١ — الخرائط الجيولوجية السطحية
- ٩٦ — الخرائط الجيولوجية الطباقية :
- ٩٦ ١ — الخرائط الجيولوجية أفقية الطباقية
- ١٠٣ ٢ — الخرائط الجيولوجية غير أفقية الطباقية

الفصل الرابع

خرائط التضاريس

والخرائط الطبوغرافية

أولاً : خرائط التضاريس

- ١٣١ — طرق تمثيل البعد الثالث
- ١٣٦ — أسلوب انشاء الخريطة الكنتورية
- ١٤٢ — الظواهر التضاريسية بخطوط الكنتور
- ١٤٢ — نماذج للخرائط التضاريسية

ثانياً : الخرائط الطبوغرافية

- ١٥٤ — الظواهر الجغرافية على الخرائط الطبوغرافية
- ١٥٨ — دليل الخريطة الطبوغرافية
- ١٥٨ — التقسيم الإحداثي للخرائط الطبوغرافية المصرية

الفصل الخامس

خرائط الطقس والمناخ والنبات الطبيعي

- ١٧١ — خرائط الطقس
- ١٨٨ — الخرائط المناخية
- ١٩٤ — خرائط الأقاليم المناخية
- ١٩٩ — خرائط النبات الطبيعي

الفصل السادس

الخرائط البحرية

٢٠٣	— أنواع الخرائط البحرية
٢٠٧	— أسلوب إنشاء الخرائط البحرية
٢١٧	— حساب المسافة والاتجاه على الخرائط البحرية

الباب الثاني

مبادئ المساحة

٢٢٥	— مقدمة
-----	---------------

الفصل الأول

الرفع بأدوات قياس الأطوال

٢٣٣	— أدوات الرفع
١٣٨	— قياس الخطوط بالجنزير
٢٤٧	— أساليب إقامة وإسقاط الأعمدة
٢٥٦	— خطوات رفع منطقة

الفصل الثاني

الرفع بأدوات قياس الانحرافات

٢٧١	— أدوات الرفع
٢٧٤	— قياس الانحرافات
٢٨٤	— طرق الرفع بالبوصلة :
٢٨٤	١ — المتمركز
٢٨٦	٢ — المضلع
٢٩١	٣ — التقاطع

الفصل الثالث

الرفع باللوحه المستوية

٢٩٩	..... أدوات الرفع
٣٠٤	..... طرق الرفع باللوحه المستوية
٣٠٤	١ - التمرکز
٣٠٧	٢ - المضلع
٣١٠	٣ - التقاطع

الفصل الرابع

المساحة بالتیودولیت

٣١٦	..... ١ - جهاز التیودولیت
٣٢٢	..... ٢ - قیاس الزوايا
٣٢٣	..... ٣ - رفع المضلعات

الفصل الخامس

القیاس غیر المباشر للأبعاد

٣٤٥	..... ١ - طريقة شعرقی الاستادیا
٣٥٣	..... ٢ - طريقة قوانین حساب المثلثات
٣٦٢	..... ٣ - جهاز قیاس المسافات التلیتوب

الفصل السادس

الميزانية

٣٦٩	..... أدوات إجراء الميزانية
٣٧٤	..... طرق إجراء الميزانية :
٣٧٤	..... ١ — الميزانية الطولية
٣٩٣	..... ٢ — الميزانية الشبكية
٣٩٧	..... قائمة المراجع

الباب الاول

مبادئ الخرائط

- مقدمة .
- الفصل الأول : تصنيف الخرائط .
- الفصل الثاني : ترميز الخرائط .
- الفصل الثالث : الخرائط الجيولوجية
- الفصل الرابع : خرائط التضاريس و الخرائط الطبوغرافية الخرائط .
- الفصل الخامس : خرائط الطقس والمناخ والباب الطبيعي .
- الفصل السادس : الخرائط البحرية

مقدمة

تعتبر الخرائط أولى متطلبات الجغرافى تساعد على التعبير عن البنية وتعيند على تفهم إمكاناتها وإدراك مشكلات التوزيع بها . وبيئة الجغرافى هى الحيز المكاني بما عليه من يابس وماء وما يغلفه من الهواء ، ومن ثم فإن من الضروري أن يعمل الجغرافى على إنشاء العديد من الخرائط التى تمثل كل ما يشغل هذا الحيز المكاني من ظواهر جغرافية طبيعية وبشرية مستخدماً لغة الرمز الإصطلاحي التى تتنوع ما بين الموضع والخط والمساحة ، وكذلك طرق التمثيل البياني المختلفة مستعيناً باللون والظل بهدف التمييز والتيسير فى لغة سهلة مبسطة ومعبرة فى آن واحد بحيث يسهل على القارئ المتخصص وغير المتخصص أن يفهمها .

ولا تقتصر أهمية الخرائط على دورها فى عرض وإبراز العلاقات الجغرافية ، ولم يعد إستخدامها قاصراً على الجغرافى وحده ، بل أصبحت عنصراً مهماً فى كل أفرع العلم المختلفة لما يتوزع عليها من ظواهر طبيعية وبشرية . ولذلك كان حتمياً أن تتسم الخرائط بالدقة المتناهية وبصدق التمثيل ويسر التعبير لمادتها ألا وهى الكرة الأرضية بما فوقها من غطاءات مختلفة صخرية ومائية وعازية وكذلك النباتية والحيوانية والبشرية . من أجل ذلك كان من الضروري أن تمثل المسافات والأبعاد والاتجاهات مساوية ومماثلة لنظائرها على سطح الأرض بإستخدام الأساليب المساحية فى الرفع ، والطرق الكارتوجرافية فى التوقيع ، ويسبق ذلك إتباع المسقط المناسب الذى يمكن من تحويل الشكل الكروى للأرض إلى لوحة مستوية ، مع الحفاظ على العلاقات والخصائص التى تميز الشكل شبه الكرى للأرض .

وتعد الخرائط البابلية المنقوشة على لوحات من الصلصال من أقدم الخرائط التى أمكن التعرف عليها ، وكانت ترسم بهدف جباية الضرائب وقد تم رسمها بالإستعانة برموز تحدد الإتجاهات . وتمثل المحاولات المصرية لرسم الخرائط مرحلة مهمة فى تاريخ الخرائط ، إذ تعد من أول الخرائط التى تم رسمها اعتماداً

على أرصاد مساحية ، كما تعد أول خرائط توقع على لوحات من الورق إذ رسمت الخرائط المصرية القديمة على لوحات ورق البردى . وقد كان لأهل الصين القدامى دورهم في تطور علم الخرائط ، فقد كانوا أول من صمم شبكة للأحداثيات الأفقية والرأسية تمكن من تحديد المواقع والمسافات ، كما تمكنوا من التوصل إلى بيان فروق المناسيب .

وإذا ما أردنا أن نؤرخ لعلم الخرائط فإن البداية الحقيقية لهذا العلم ترتبط بما خلفه الأغريق من خرائط وبما أسهم به العلماء منهم من المهتمين بعلم الجغرافيا ، فقد كانوا أول من قسم سطح الأرض بما يعرف بالهيكل الجغرافي لشبكة دوائر العرض وخطوط الطول . ويعد كل من هيكاتيوس وهيرودوت وايراتوستين وهيباركوس وبوزيدينيوس وبطليموس علامات مضيئة بارزة في تاريخ علم الجغرافيا والكارتوجرافيا ، بل أن بطليموس قد قدم شرحاً لطريقة رسم الكرة السماوية على لوحة مستوية وكذلك طريقة تمثيل الأقواس الكرية مما يعد بداية للإستخدام الصحيح لعلم مساقط الخرائط . ولا تختلف فكرة بطليموس كثيراً عن أسلوب إنشاء الهياكل الجغرافية لشبكة أحداثيات خطوط الطول والعرض بالإسقاط الصحيح والمجسم (الأورثوجرافي والإستريوجرافي) بل فقد وضع أسس الإسقاط المخروطي .

وبإنتهاء عصر الإغريق ومع العهد الروماني ظهر ما يعرف بخرائط العصور الوسطى ، التي تميزت بالعدول عن الآراء والحقائق المستتيرة التي توصل إليها من سبقوهم من الإغريق . وتوقف تطور علم الخرائط حتى بداية عصر النهضة ، وإن كانت لمحاولات العرب دورها في محاولة الحفاظ على التراث الإغريقي ومحاولة الإرتقاء بعلم الجغرافيا والخرائط . ويعتبر كل من البهلخي والمسعودي والإدريسي من علماء العرب الذين أسهموا بخرائطهم الشهيرة في تطور علم الجغرافيا عامة وعلم الخرائط خاصة .

ومع بداية عصر النهضة الذي بدأ بإحياء التراث الإغريقي وترجمة مؤلفات بطليموس بما تضمنه من خرائط . وإضافة التعديلات والتصحيحات إلى خرائطه ، بالإضافة إلى حركة الكشف الجغرافية وتطور فن الطباعة تم الإرتقاء بعلم الخرائط . وظهرت المدارس الإيطالية والهولندية والفرنسية

والإنجليزية لتسهم في تطور علم الخرائط وهي إنشاء الخرائط على أسس علمية صحيحة . وظهرت بعض المساقط التي تعتبر أساساً لإنشاء خرائط حتى يومنا هذا مثل مساقط مركاتور وسانسون فلامستيد .

ومع التطور الذي طرأ على طرق الرفع المساحي وأجهزته في العصر الحديث ، وإستخدام التصوير الجوي والفضائي والإستشعار من بعد . وتقدم فن الطاعة ، والتوصل إلى ترميز يسر تمثيل الظواهر الطبيعية والبشرية لا سيما البعد الثالث ، كذلك الظواهر غير المرئية كالحرارة والضغط الخوى . وكذلك طرق التوزيع بإستخدام طريقة التدرج وغيرها من الأساليب الكارتوغرافية . تطور علم الخرائط تطوراً كبيراً يواكب التطور الذي تحقق لعلم الجغرافيا في العصر الحديث ، وظهرت الأطالس المختلفة العامة والمتخصصة ، وبدأ العالم يسعى لتوحيد أسلوب إنتاج الخرائط موحدة المقياس والترميز . وأصبحت الخرائط أدواتاً تخدم كل فروع العلم والمعرفة تترجم الظواهر وتربط فيما بينها ، وتبرز العلاقات والإرتباط بين ظاهرة وأخرى ، وتفيد في تحقيق أنسب طرق إستخدام الأرض لتحقيق أعلى معدل للتنمية . ومع ذلك ورغم التطور الحديث الذي طرأ على أساليب الرفع المساحي والتصوير الجوي وأجهزة قراءة الصور الجوية وإنشاء الخرائط المختلفة منها ، إلا أن هناك مناطق واسعة من العالم ما زالت تفتقر إلى الخرائط التي هي أساساً لكل تقدم علمي مرتقب ، ومن هذه المناطق الأراضي غير المأهولة كالصحارى الحارة والجليدية ومناطق الغابات المدارية ومعظم المسطحات المائية ، وكذلك الدول المتخلفة التي لا سبيل لتنميتها إلا بعد إنشاء الخرائط التفصيلية لبيان ظروفها الجغرافية وإدراك مواردها البيئية وكيفية توظيفها لرفاهية سكانها والإرتقاء بها .

الفصل الأول تصنيف الخرائط

تصنيف الخرائط

نتيجة للتطور الكبير الذى طرأ على علم الجغرافيا فى العصر الحديث ، سبب ذلك الجغرافيا الطبيعية أو البشرية ، ونتيجة لتغير مفهوم الجغرافيا من علم وصف الأرض إلى علم يعتمد على الربط والتحليل والإستقراء والإستنتاج ، فقد تنوعت الخرائط وتعددت لتواكب هذا التقدم وأصبح من الصعب إتخاذ أساس واحد لتصنيفها . وتنوع الخرائط إسقاطاً ومقياساً ، كما تختلف فى مفرداتها ورموزها باختلاف ما توضحه من ظواهر ، وذلك أمر حتمى لأن كل تطور يطرأ على علم الجغرافيا يصاحبه ظهور أنواع جديدة من الخرائط . وعلى ذلك فإننا سنحاول أن نضع أساساً للتصنيف متعارف عليها وهى :

- ١ — نوع الإسقاط المستخدم .
- ٢ — مقياس رسم الخريطة .
- ٣ — ما توضحه الخريطة من ظواهر .
- ٤ — الخرائط ما بين النوع والكم .

أولاً : الخرائط على أساس نوع الإسقاط :

لما كانت الخريطة عبارة عن لوحة مستوية تمثل مساحة من كوكبنا الذى جرى العرف على تسميته مجازاً بالكرة الأرضية ، بينما هو أقرب ما يكون من القطع الناقص ، تتوزع عليه احداثيات خطوط الطول والعرض على شكل أقواس من دوائر عظمى بالنسبة لخطوط الطول ، وعلى هيئة دوائر صغيرة أو متوازيات بالنسبة لدوائر العرض ، فإن الخريطة الوحيدة الصحيحة التى تمثل هذا الجيود لا بد وأن تكون موقعة على نموذج مصغر مشابه للأرض . أى أن تحويل هذا الشكل المنحنى إلى لوحة أو لوحات مستوية من شأنه أن يغير من خصائص العناصر الهندسية لشبكة الاحداثيات للهيكل الجغرافى للأرض ، وهى المسافة والاتجاه وأيضاً المساحة .

ومن هنا نشأت الحاجة إلى أسلوب يمكن من تحقيق أكبر قدر من الدقة عند

تمثيل الظواهر الجغرافية الموجودة على السطح الكرى على الأسطح المستوية المعروفة بالخرائط . ومن هنا تتضح أهمية استخدام الإسقاط بأنواعه المنظور وغير المنظور عند إنشاء الخرائط . ولا يوجد مسقط واحد يمكن من إنشاء خريطة تحقق كل الخصائص الهندسية للكرة الأرضية ، وإنما يحقق كل مسقط شرطاً أو اثنين فقط وتظهر بقية الخصائص وقد أصابها قدر من التشويه وعدم الدقة .

وعلى ذلك فمن الجائز إتخاذ مسقط الخريطة أساساً تمييزها عن غيرها ، أى أساساً لتصنيف الخرائط على النحو الآتى :

١ - خرائط تحقق خاصية تساوى الأبعاد :

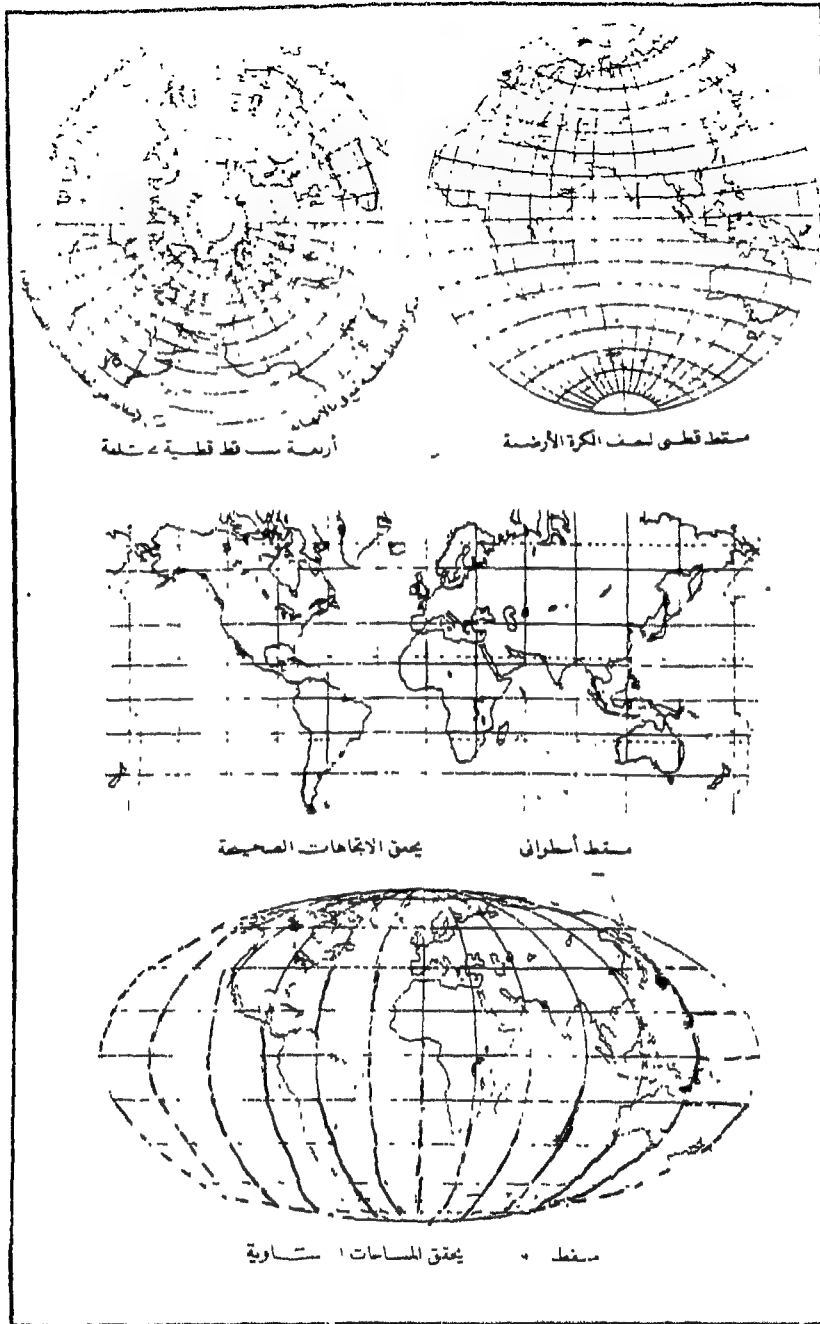
وهى الخرائط التى ترسم على هياكل جغرافية لمساقط منظورة أو معدلة تحقق شرط تساوى المسافات اما فى كل الخريطة ، أو فى أجزاء معينة منها تبعاً لنوع المسقط المستخدم ، مثل المساقط الإتجاهية متساوية المسافات سواء فى ذلك المركزية أو المجسمة أو الصحيحة . وأيضاً المسقط المخروطى بعرضين رئيسيين ومسقط سانسون وفلامستيد .

٢ - خرائط تحقق خاصية صحة الإتجاه :

وهى الخرائط التى ترسم على هياكل جغرافية لمساقط تحقق شرط الإتجاه الصحيح ، مثل مسقط مركبتور والمسقط المجسم . فهى مساقط تحقق الإتجاه المطابق لنظيره على سطح الأرض ومن ثم فهى تستخدم فى إنشاء خرائط النقل البحرى بصفة خاصة .

٣ - خرائط تحقق خاصية تساوى المساحات :

لما كانت الخريطة تستخدم لتوزيع بعض أو كل الظواهر الجغرافية فى حيز مكائى معين ، وحتى يتحقق الغرض من الخريطة ، فلا بد وأن تكون المساحات على الخريطة مساوية لنظائرها على الطبيعة ، وهذا شرط واجب فى خرائط التوزيعات الجغرافية . وتعد المساقط الأسطوانى متساوى المساحات ولا ميرت وبون والبرر وسانسون وفلامستيد من المساقط التى تحقق خاصية تساوى المساحات . ومن ثم فإن الخرائط المرسومة على أساس هذه المساقط



(شكل رقم ١)

الهيكل الجغرافي لبعض أنواع مساقط الخرائط

تصلح لبيان التوزيعات الجغرافية بإستخدام الرموز المناسبة لكل ظاهرة حتى يتحقق الغرض من إنشاء الخريطة وبيان درجة تركيز الظاهرة . (شكل رقم ١) .

ثانياً : تصنيف الخرائط على أساس مقياس الرسم :

يقصد بمقياس رسم الخريطة نسبة التصغير التي يستخدمها الكرتوجرافى عند توزيع الظواهر الجغرافية فى مواقعها على الخرائط ، ومن ثم فإن هناك علاقة بين مقياس رسم الخريطة وبين ما يمكن أن يوزع عليها من ظواهر بحيث تظهر واضحة ومعبرة . ويتيح ذلك إستخدام مقياس رسم الخريطة أساساً لتصنيف الخرائط على النحو الآتى :

١ - الخرائط العامة :

وهى الخرائط التى ترسم بمقياس رسم صغير يقل عن ١ : ٥٠٠ ألف ، وبذلك فإن مقياسها يسمح ببيان حيز مكافئ أكبر على حين لا يسمح ببيان أى من التفاصيل ، بمعنى أن هذه الخرائط تهدف إلى إعطاء صورة عامة للمكان موضحة أهم ما يميزه من ظواهر جغرافية كبرى وتهمل ما لا يسمح المقياس ببيانه من تفاصيل . ومن أمثلتها خرائط الحائط للعالم أو لنصف الكرة الأرضية وخرائط القارات وخرائط المحيطات وخرائط الأقاليم الجغرافية وخرائط الوحدات السياسية ، كذلك الخرائط التى تضمها الأطالس العامة . (شكل رقم ٢) .

٢ - الخرائط الطبوغرافية :

وهى الخرائط التى ترسم بمقياس رسم متوسط يزيد عن ١ : ٥٠٠ ألف ولا يقل عن ١ : ٢٥ ألف ، وبذلك فإن مقياس رسمها يسمح ببيان حيز مكافئ أصغر منه فى الخرائط العامة . ويتيح ذلك توزيع عدد أكبر من الظواهر الجغرافية بدقة مناسبة تسمح ببيان بعض التفاصيل التى تختلف باختلاف توظيف الخريطة الطبوغرافية . ففى الخرائط الطبوغرافية

العامية التي تعد أساساً للمشروعات المدنية ، إنه توضيح كل الظواهر الجغرافية مثل خطوط المناسيب المتساوية وحطوط الأعماق ومناطق النبات الطبيعي ، والتقسيم الإداري ومراكز العمران وشبكة الطرق ومراكز الخدمات ، وغيرها من الظواهر الطبيعية والشرية .

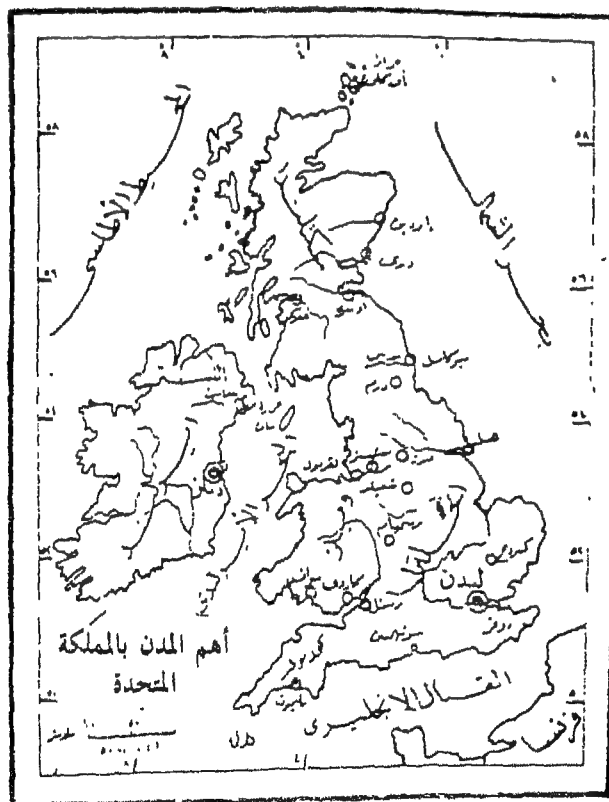
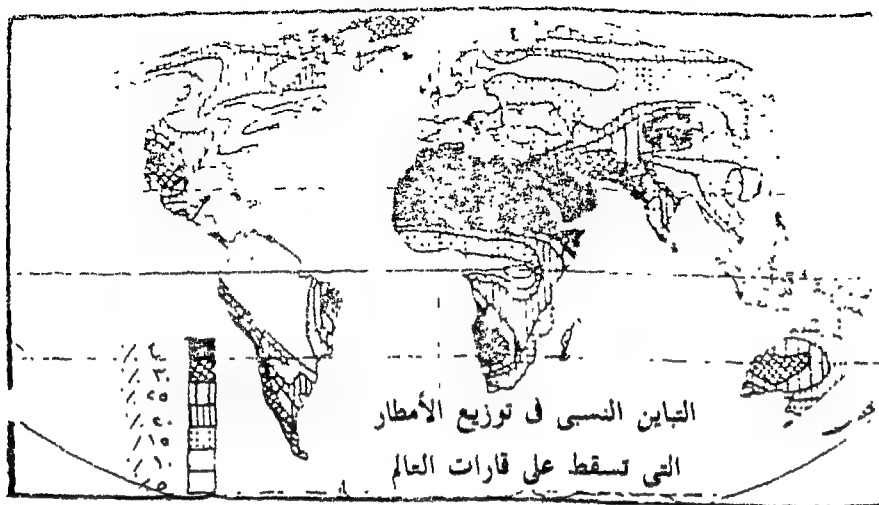
ومن الخرائط الطبوغرافية الخرائط الحربية التي تستخدم في العمليات العسكرية ، ومن ثم يكون الإهتمام ببيان تفاصيل سطح الأرض وشبكات النقل والإتصال ، وغيرها من الظواهر التي تفيد في الأغراض الحربية .

وتعد الخرائط الطبوغرافية خرائط أساس لإنشاء خرائط استخدام الأرض وتوضح هذه الخرائط الظواهر الجغرافية الطبيعية إلى جانب النشاط البشري ، مما يتيح التوصل إلى العلاقة بينهما . وتفيد في ترشيد هذا الإستخدام بحيث تتحقق أعلى إفادة من الظروف الطبيعية لتحقيق الأسلوب الأمثل لإستخدام الأرض في الحيز الجغرافي المبين على الخريطة الطبوغرافية . (شكل رقم ٣) .

٣ — الخرائط التفصيلية :

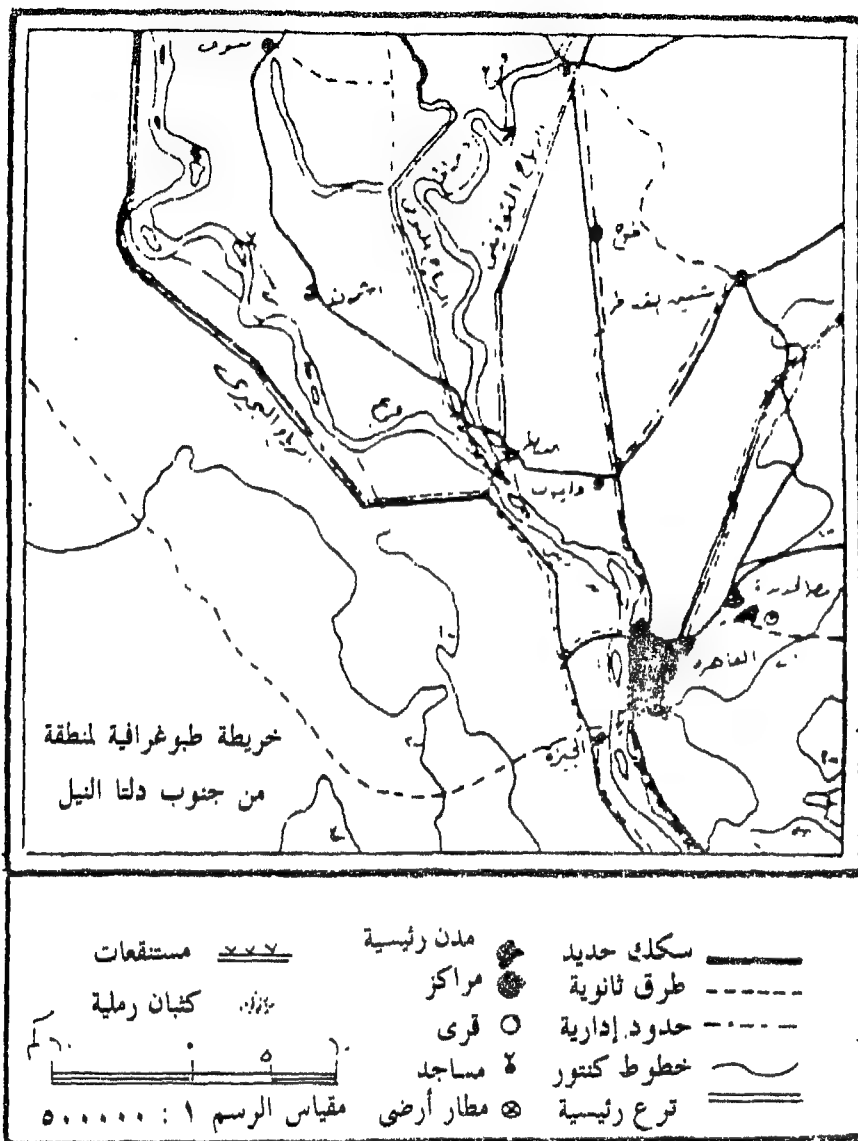
وهي الخرائط التي ترسم بمقياس كبير يزيد عن ١ : ١٠ آلاف ، وبذلك فإن مقياس رسمها يسمح ببيان التفاصيل داخل حيز مكاني محدود المساحة . وتفيد هذه الخرائط في مجالات تحديد الزمام الزراعي والأحواض وبيان الملكيات في الريف وتوضح تفاصيل العمران الحضري . وتعرف الخرائط التي تختص بالريف بخرائط فك الزمام ، على حين تعرف الخرائط التي تهتم بالحضر بخرائط تفريد المدن .

ونظراً لتباين أوجه إستخدام الأرض بين الريف وبين الحضر ، فإن خرائط فك الزمام ترسم بمقياس ١ : ٢٥٠٠ ، على حين ترسم خرائط تفريد المدن بمقياس أكبر ١ : ٥٠٠ . (شكل رقم ٤) .



(شكل رقم ٢)

نماذج من خرائط صغيرة المقياس



حدود الأحياء	— — — — —
القرى	— — — — —
انفاكر	— — — — —
المحافظات	+ + + + +
عوائد الأملاك	- - - - -
المدن	- - - - -
نقطة توافر	○
ممتلكات	△

(شکل و)

خريطة تفصيلية ١ (مستمرة)

ثالثاً : تصنيف الخرائط على أساس ما توضحه من ظاهرات :

ترتب على تزايد إهتمامات الجغرافى ببحث تشمل دارساته كل ما على سطح الأرض من ظواهر طبيعية وأخرى بشرية ، تعدد أنواع الخرائط وإختلاف ما توضحه من ظاهرات بإختلاف الظواهر والإهتمامات ، مما يجعل من المتعذر حصرها وبالتالي تصنيفها . إلا أننا من الممكن أن نضع تصوراً لتصنيف الخرائط على هذا الأساس إلى مجموعتين رئيسيتين :

أ — الخرائط الطبيعية :

ويندرج تحت هذه المجموعة عدد كبير من الخرائط منها :

١ — الخرائط الجيولوجية :

وتتضمن بدورها عدداً من الخرائط منها خرائط توزيع أنواع الصخور وخرائط البنية والتراكيب الجيولوجية وخرائط التأريخ الجيولوجى . وتمثل هذه الخرائط خرائط أساس لفهم أشكال السطح فى المكان ، ويسترشد بها خاصة الدراسات المتعلقة بالثروة المعدنية ومصادر الطاقة ومصادر المياه الجوفية . كما تعد عنصراً مهماً عند إقامة المشروعات الهندسية المختلفة .
(شكل رقم ٥) .

٢ — خرائط السطح :

وتوضح هذه الخرائط إختلاف مناسيب سطح الأرض من موقع لآخر ، كما تبين درجة الإنحدار ونوعه . وتعد الخرائط الكنتورية أمثل الخرائط لبيان الأشكال الأرضية وأساساً لإنشاء الخرائط الجيومورفولوجية ، وتزداد أهميتها عند إنشاء المشروعات خاصة شبكات الطرق وشبكات الري والصرف .
(شكل رقم ٦) .

٣ - لوحات الطقس .

وهي خرائط توضح تسجيلاً بالرمز الاصطلاحي لأرصاء عناصر الجو المختلفة في محطات الأرصاد الجوية الموقعة عليها . وعلى ذلك فإن ما توضحه من ظواهر جوية يخص توقيت الرصد ، ويختلف من وقت لآخر خلال اليوم واللييلة . وبدا تصبح هذه اللوحات ممثلة لظواهر قد إنتهت بإنتهاء عملية الرصد ، ولذلك فإنها تصدر كل ستة ساعات . وتفيد في الربط بين الأحوال الجوية في المراسد المختلفة وكذلك بين الأوقات المختلفة ، مما يفيد في عملية التنبؤ الجوى لفترات مستقبلية قصيرة الأمد . (شكل رقم ٧) .

٤ - خرائط المناخ :

وتوضح هذه الخرائط الصفة الغالبة على عناصر الجو خلال فترة زمنية طويلة . وتنشأ على أساس المتوسطات المناخية والمعدلات لعدة سنوات سابقة ، ومنها خرائط خطوط الحرارة المتساوية ، وخرائط خطوط الضغط الجوى المتساوية ، واتجاهات الرياح ، وخرائط خطوط المطر المتساوية الفصلية أو السنوية . كذلك فإن هناك نوعاً مهماً من خرائط المناخ وهو خرائط الأقاليم المناخية التى ترسم على أساس معادلات تعتمد على بعض عناصر المناخ كالحرارة والمطر ، ويصنف الحيز الجغرافى إلى أقاليم لكل منها خصائصه المناخية المميزة . (شكل رقم ٨ . - أ وشكل رقم ٨ - ب) .

٥ - خرائط النبات الطبيعى :

وتوضح توزيع أنواع النباتات الطبيعية على سطح الأرض فيما يعرف بخرائط الأقاليم النباتية .

٦ - خرائط التربة :

وتوضح هذه الخرائط توزيع أنواع التربات المختلفة فى الحيز المكاني .

ب — الخرائط البشرية :

وهي مجموعة الخرائط التي تهتم بدراسة السكان كظاهرة ، من حيث السلالة والعدد ، والنوع والتطور ، والتوزيع وأوجه نشاطهم المختلفة . كما توضح كل الظواهر التي نتجت عن فعل الإنسان ، مثل خرائط توزيع المحلات العمرانية وخرائط النقل وخرائط الري والصرف وخرائط الخدمات .

وتعتبر خرائط استخدام الأرض من أهم أنواع هذه الخرائط إذ تبين الاستخدامات الفعلية للأرض الزراعية والتعدينية والصناعية وغيرها .

وتعتبر خرائط التوزيعات الجغرافية التي تعتمد في رسمها على طرق التمثيل البياني نمطاً شائع الاستخدام في الخرائط البشرية .

رابعاً : تصنيف الخرائط بين النوع والكم :

يعتمد هذا التصنيف على أسلوب توزيع الظاهرة الجغرافية على الخرائط ومدلوله الذي يتوافق حتماً مع طبيعة الظاهرة محل التوزيع .

فقد تمثل الظاهرة برمز يدل على نوعها فتصنف الخرائط على أنها خرائط نوعية ، أما إذا استخدم رمز له مدلول كمي صنفت الخرائط على أنها خرائط كمية .

١ — الخرائط النوعية :

وهي الخرائط التي توضح ظاهرة ما لبيان النوع فقط . ومن أمثلة هذه الخرائط خرائط توزيع أنواع الصخور وخرائط التراكيب الجيولوجية وخرائط التاريخ الجيولوجي ، وخرائط النبات الطبيعي وخرائط التربة ، وأيضاً خرائط توزيع السلالات وخرائط توزيع اللغات وخرائط توزيع الديانات ، وخرائط التقسيم الإداري ، وخرائط الثروة المعدنية وخرائط استخدام الأرض وغيرها .

٢ — الخرائط الكمية :

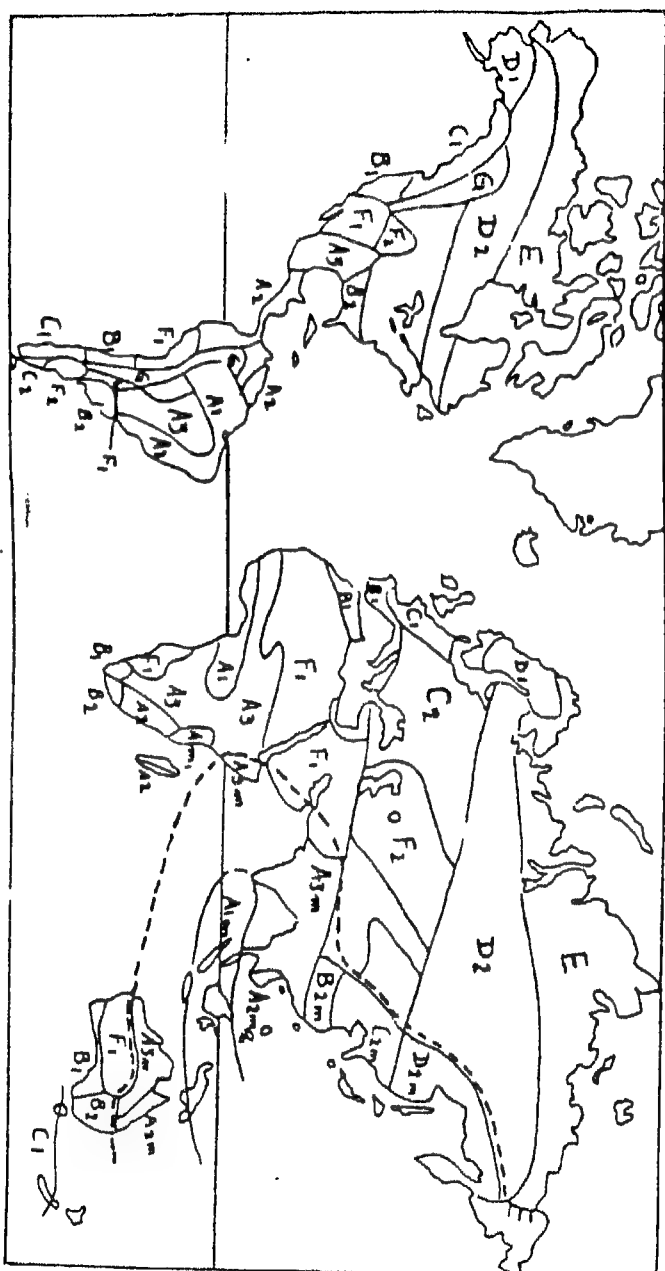
وهي الخرائط التي توضح الظواهر الجغرافية نوعاً وكماً . وتستخدم في

رسمها الرموز ذات المدلول الرقعى الذى - لقارىء الخريطة معرفة مقدار الظاهرة .

والخرائط الكمية ذات مجال متعدد ، وتنوقف دقتها وقيمتها العلمية على حسن إختيار الرمز . ومن أمثلة هذه الخرائط الخرائط الجيولوجية التى توضح سمك الطبقات وإتجاه ومقدار الميل ، والخرائط الكنتورية التى توضح تضاريس وأشكال سطح الأرض بطريقة كمية . وأيضاً خرائط المناخ ومنها خرائط خطوط الحرارة المتساوية والضغط المتساوى والمطر المتساوى . ومن الخرائط الكمية خرائط توزيع أعداد السكان وكثافة السكان ، كما تعتبر خرائط النشاط الإقتصادى من الخرائط الكمية التى تعتمد فى رسمها على طرق التمثيل البيانى ، ذات البعد الواحد مثل السلاسل الزمنية والأعمدة البيانية بأنواعها . وكذلك طرق التمثيل البيانى ذات البعدين ، مثل الدوائر البيانية والمربعات والمثلثات . وأحياناً ما يلجأ الكرتوجرافى لطرق التمثيل البيانى ذات الثلاثة أبعاد مثل الكرة والمكعب .

(شكل رقم ٥)
خريطة التكوين الجيولوجي لمصر
(خريطة نوعية)

(خريطة نوعية كمية)



(شكل رقم ٨ - ب)

لأقاليم النائية في العالم حسب التقسيم الناحي لأوسن ملر
(خريطة نوعية)

الفصل الثاني

ترميز الخرائط

ترميز الخرائط

تعتبر الخرائط تسجيلاً صادقاً للظواهر الجغرافية بلغة مفرداتها رموزاً واضحة على مضمونها ومدلولها ، وكأى لغة فإن مفردات الخرائط تكون معاً جملاً تعبّر عن العلاقات البيئية المختلفة من منظور جغرافى متكامل . وكلما كانت الرموز المستخدمة لتمثيل الظواهر الجغرافية على الخرائط صادقة ومعبرة كلما رازت قيمة الخريطة . ولغة الخرائط تعتمد على ثلاثة أنواع من الرموز لكل منها مدلوله تبعاً لنوع الظاهرة الموقعة على الخريطة وهذه الرموز هى :

١ - رمز الموضع .

٢ - رمز الخط .

٣ - رمز المساحة .

كما يستعان ببعض أساليب التمثيل البياى فى إنشاء بعض الخرائط لا سيما الخرائط التى تخدم الجغرافيا البشرية .

كما تستخدم الألوان إلى جانب الرموز لتضفى على الخرائط رونقاً ، ولتيسر على القارئ غير المتخصص قراءة الخرائط .

وتمكن هذه الرموز من تحقيق أهداف علم الجغرافيا سواء بالوصف حيث تدل الرموز على نوع الظاهرة فقط ، أو بالربط والتحليل الكمي الذى يميز علم الجغرافيا فى هذا القرن حيث تدل الرموز على النوع والكم معاً مما ييسر عملية الإستقراء والإستنتاج من على الخرائط .

وعلى ذلك فرموز الخرائط تندرج تحت مجموعتين رئيسيتين هما الرموز النوعية (غير الكمية) ، والرموز الكمية . وتنسب الخرائط إلى نوع الرمز المستخدم فى رسمها فهى إما خرائط نوعية أو خرائط كمية .

أولاً : الرموز النوعية :

أ - رمز الموضع النوعى :

ويقصد برمز الموضع النوعى الأشكال الهندسية المتماثلة كالنقط أو الدوائر أو

سرعات أو المثلثات وغيرها . وقد تستبدل هذه الأشكال الهندسية بأشكال تصويرية تمثل الظاهرة ، أو تحمل محلها الحروف المجائية .

وعلى الرغم من أن الخرائط الجغرافية التي ترسم بتوزيع رموز الموضع النوعية لا توضح الأهمية النسبية للظاهرة من موقع لآخر ، فالرموز جميعاً تكون متماثلة لا تفرق بين ظاهرة مهمة وأخرى أقل منها أهمية ، وتظهر الخريطة وقد تساوت فيها قيم الظواهر وهذا غير مطابق للواقع مما يقلل من قيمة هذه الخرائط . إلا أننا لا ننكر أهميتها خاصة عند نقص البيانات الكمية أو عند إنشاء خرائط الكتب التعليمية أو خرائط المعارض ، أو بمعنى آخر عند إنشاء خرائط وصفية توضح التوزيع الجغرافي للظاهرة في الحيز المكاني المبين على الخريطة .

وتستخدم رموز الموضع غير الكمية في تمثيل الظواهر ذات المواضع المحددة على الخرائط كالمدن والموانئ والمطارات والمناجم ومكاتب الخدمات والمزارع السياحية ومواقع المصانع وما إلى ذلك من ظواهر .

وعلى الرغم من عدم بيان فرق القيمة والأهمية للظاهرة في كل أجزاء الخريطة ، فإنه من الممكن التمييز بين النوع الواحد في حدود معينة . وعلى سبيل المثال إذا ما استخدم رمز الدائرة لتوزيع المحلات العمرانية على خريطة ما ، فإنه من الممكن أن نميز بين الدوائر برسمها مصمتة أو مفرغة أو مظلمة أو ملونة لتمييز ونفرق بين محلة عمرانية وأخرى وفق المعايير الجغرافية المتعارف عليها . (شكل رقم ٩) .

ب - رمز الخط النوعي :

تمشياً مع ضرورة أن تكون الخريطة صادقة ومعبرة وبسيطة في عرض مضمونها ومحتواها العلمي ، فإنه من المناسب استخدام رمز الخط لتمثيل الظواهر ذات الإمتداد الطولي مثل خط الساحل أو النهر أو الحد السياسي أو طرق النقل . وبإختلاف شكل الخط أو سمكه أو لونه يكون التمييز بين الظاهرة الواحدة على الخريطة تبعاً لوزنها وأهميتها . وعلى سبيل المثال تستخدم أشكال من الخطوط للتمييز بين المسالك وبين الطرق الفرعية وبين الطرق الرئيسية . وكذلك التمييز بين الحد السياسي والحد الإداري . ويتضح من ذلك أن رمز

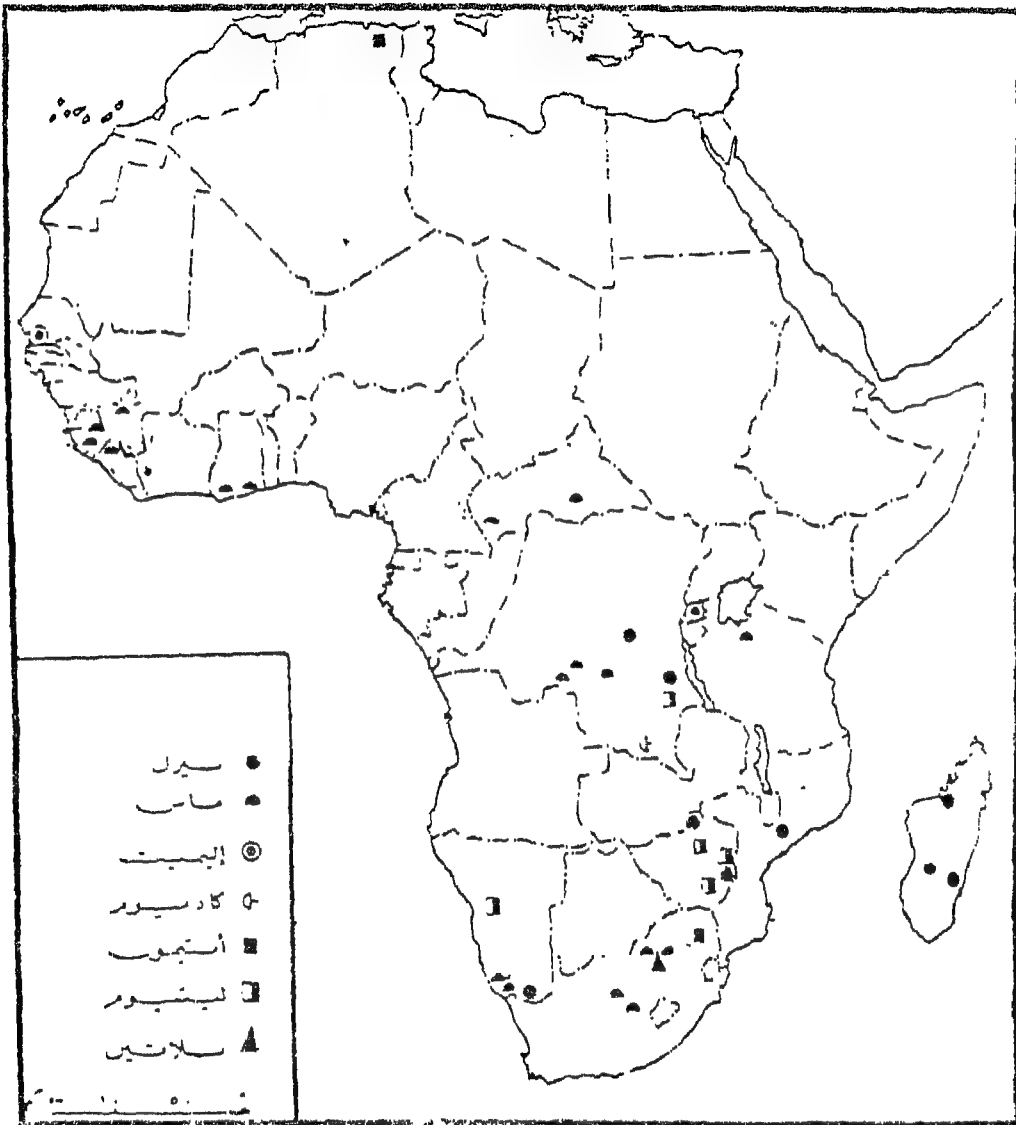
الخط على هذا النحو إنما يظهر النوع وتوزيعه وقد يوضح الفروق العامة بين النوع الواحد دون الإشارة إلى أى مدلول كمى . (شكل رقم ١٠) .

جـ — رمز المساحة النوعى :

يستخدم هذا الرمز لتمييز مساحة عن الأخرى على الخريطة الواحد من حيث نوع الظاهرة التى توضحها الخريطة وذلك بتظليل أو تلوين كل مساحة بظل أو لون خاص يدل على ظاهرة معينة ، ولا يتكرر هذا النوع من الظلال أو اللون على الخريطة إلا إذا ما تكرر توزيع نفس الظاهرة فى مساحة أخرى .

ويغلب الإستعانة بهذه الرموز المساحية النوعية فى إنشاء عدد كبير من الخرائط النوعية مثل خرائط الأقاليم المناخية ، وخرائط الأقاليم النباتية ، وخرائط توزيع الأجناس ، وخرائط توزيع اللغات ، وكذلك خرائط توزيع الديانات وأيضاً خرائط استخدام الأرض المدنى والريعى . (شكل رقم

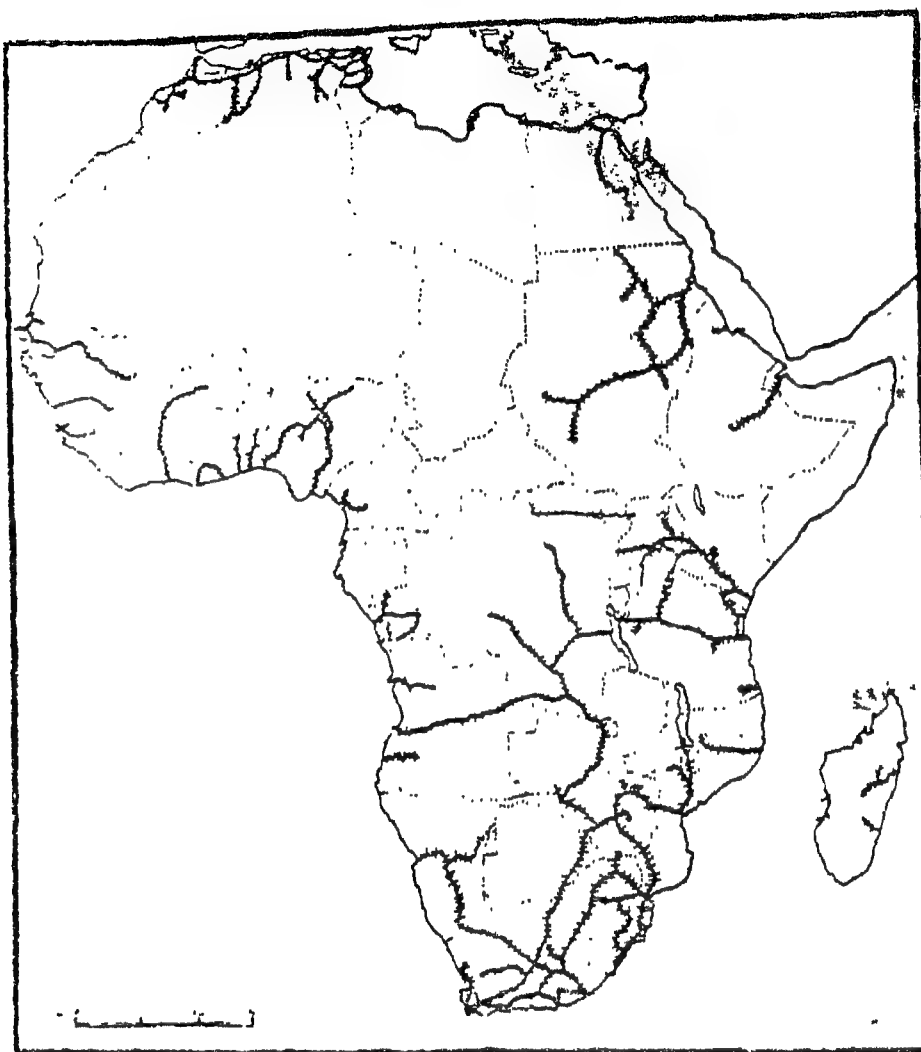
١١) .



(شكل رقم ٩)

الثروة المعدنية في قارة أفريقيا

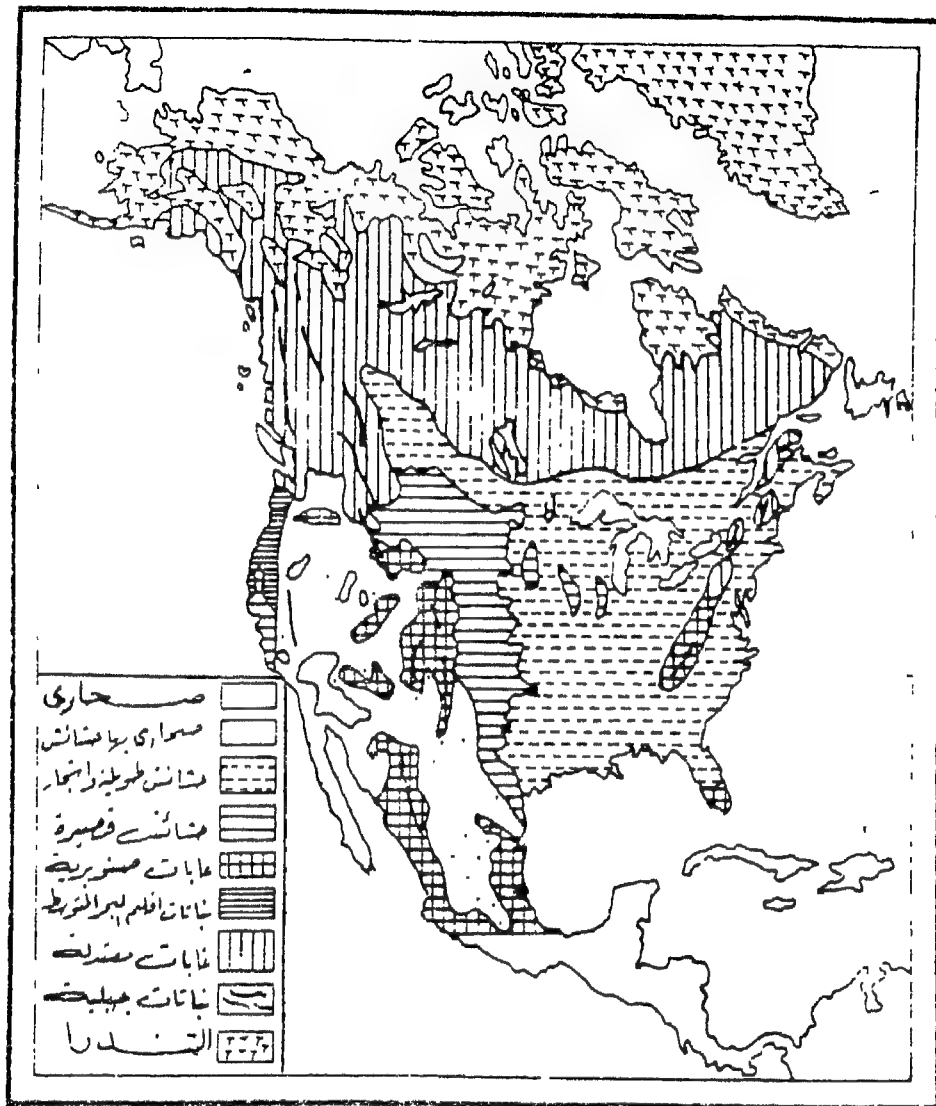
(رمز موضع نوعي)



(شكل رقم ١٠)

شبكة الخطوط الحديدية في قارة أفريقيا

(رمز خطى نوعى)



(شكل رقم ١١)

توزيع الأقاليم النباتية في قارة أمريكا الشمالية

(رمز مساعي بوعبي)

ثانياً : الرموز الكمية :

أ — رمز الموضع الكمي :

ويقصد بها رموز الموضع ذات البعدين ، ورموز الموضع ذات الثلاثة أبعاد .
وتختلف رموز الموضع الكمية عن الأخرى النوعية في أن مساحة الرمز أو حجمه تتناسب مع قيمة الظاهرة ، ومن ثم تكون الخريطة الناتجة معبرة عن توزيع النوع وكميته . وتمكن الخرائط الكمية الجغرافي من الربط والتحليل ، وتيسر لصانع القرار التخطيط السليم لتحقيق أعلى معدل للتنمية الاقتصادية أو الاجتماعية .

١ — رموز الموضع ذات البعدين :

وتعتمد هذه الرموز على ترجمة كم الظاهرة إلى شكل هندسي ذو بعدين يتناسب في مساحته مع قيمة الظاهرة كالدائرة وهي الأكثر إستخداماً ، أو المربع أو المثلث . (شكل رقم ١٢) ، (شكل رقم ١٣)

— الدوائر النسبية :

تعتبر الدائرة شكلاً هندسياً له مساحة ، وتباين مساحات الدوائر تبعاً لتباين أنصاف أقطارها ، وعلى ذلك تتم ترجمة البيانات الكمية للظاهرة الجغرافية باعتبارها أنصاف أقطار لدوائر ، توزع على الخرائط كل في موضعها لتظهر متناسبة فيما بينها وفقاً للاختلاف في قيمة الظاهرة من موضع لآخر .

وتتضح أهمية إستخدام الدوائر خاصة عند إنشاء خرائط السكان المتنوعة توزيعاً وتطوراً ، كماً ونوعاً وتركيباً . كذلك تستخدم بنجاح في الخرائط الاقتصادية .

— المربعات النسبية :

تمثل الدوائر النسبية وفيها تكون المقارنة على أساس حساب طول ضلع المربع لتظهر المربعات النسبية متباينة في مساحتها .

١ - المثلثات النسبية :

تنتج مساحة المثلث من العلاقة بين طول القاعدة وبين الارتفاع ، وعند استخدام المثلثات النسبية يتعين تثبيت طول أى منهما ليكون الآخر أساساً للتفاوت وبيان الاختلاف فى المساحة . وتستخدم المثلثات النسبية فى إنشاء الخرائط الإقتصادية .

٢ - رموز الموضع ذات الثلاثة أبعاد :

تستخدم هذه الرموز الحجمية عندما تتفاوت الكميات تفاوتاً كبيراً يتعذر معه استخدام الرموز المساحية ، حيث يتم معالجة الكميات على أساس أنها أنصاف أقطار لكرات أو أطوال أضلاع لمكعبات . ويمكن ذلك من تمثيل الظواهر الجغرافية رغم التفاوت الكمى فيما بينها على خريطة واحدة .

ويجب هذه الرموز أنها تحتاج من غير المتخصص لقدر كبير من الإهتمام لتفهمها ، وليدرك القيم والكميات التى تمثلها الموزعة فى مواضعها على الخرائط .

ب - رمز الخط الكمى :

تتفق رموز الخط الكمى مع رموز الخط النوعية فيما تمثله من ظواهر جغرافية ، إلا أنها تتميز عنها فى بيان النوع والكم ومن هذه الرموز خطوط التساوى والخطوط الإنسيابية . (شكل رقم ١٤) .

١ - خطوط التساوى :

ترسم خطوط التساوى لتربط بين مواضع تساوى الظاهرة الجغرافية ، وتستخدم فى عدد من الخرائط الكمى ومنها : خطوط الارتفاع المتساوى (الكنتور) ، وخطوط الحرارة المتساوية ، وخطوط الضغط المتساوى ، وخطوط المطر المتساوى ، وخطوط تساوى الإنتاج ، وخطوط تساوى كثافة السكان وغيرها .

— الخطوط الإنسيابية :

يقصد بالخط الإنسيابي الخط الموقع على الخريطة ليبيّر كمية الحركة على شبكات الطرق ويتناسب سمك هذه الخطوط مع حجم الحركة وتوزيعها من عقد الالتقاء والتفرع وكذلك إتجاه الحركة .

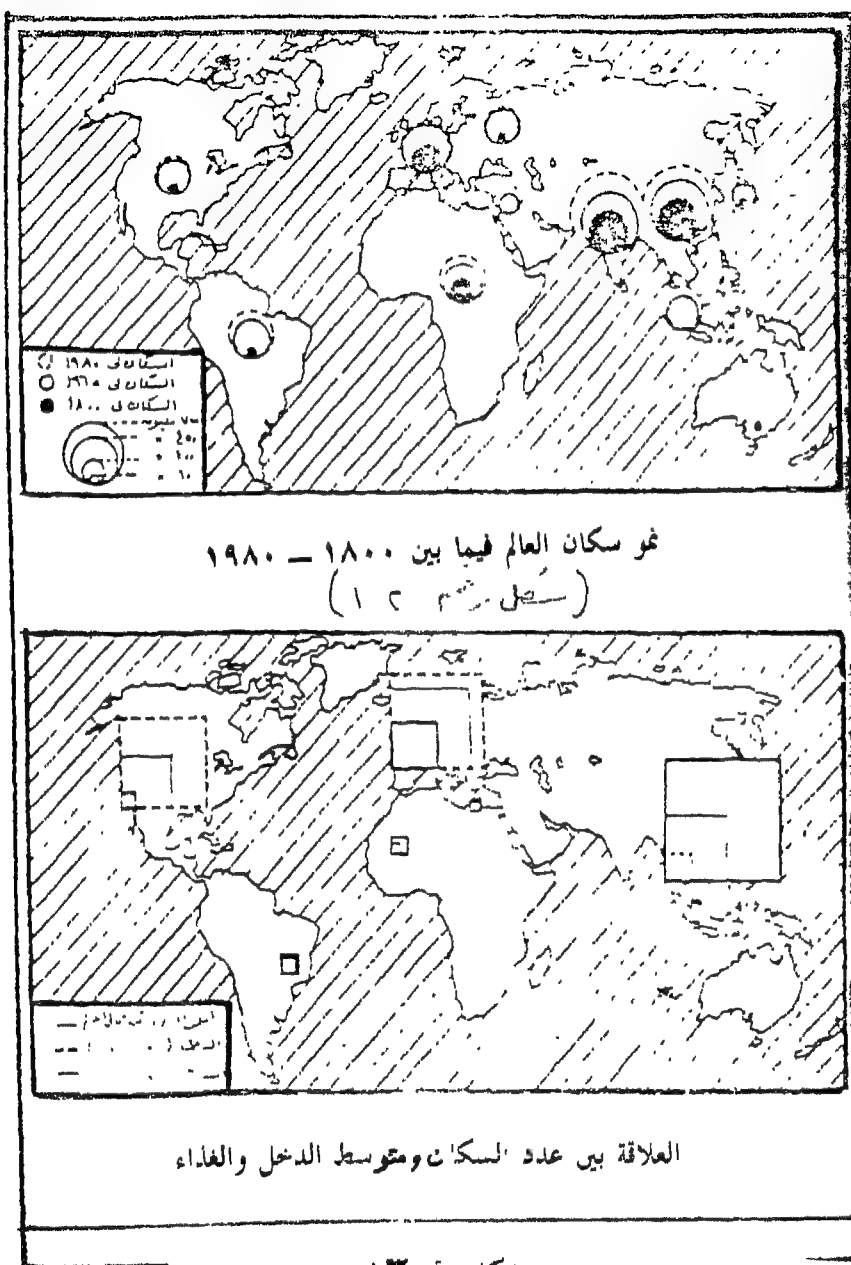
كما تستخدم الخطوط الإنسيابية لبيان حركة هجرة السكان اليومية والفصلية والدائمة مما يوضح مناطق الطرد السكاني ومناطق الجذب بما يفيد في مجال الدراسات السكانية .

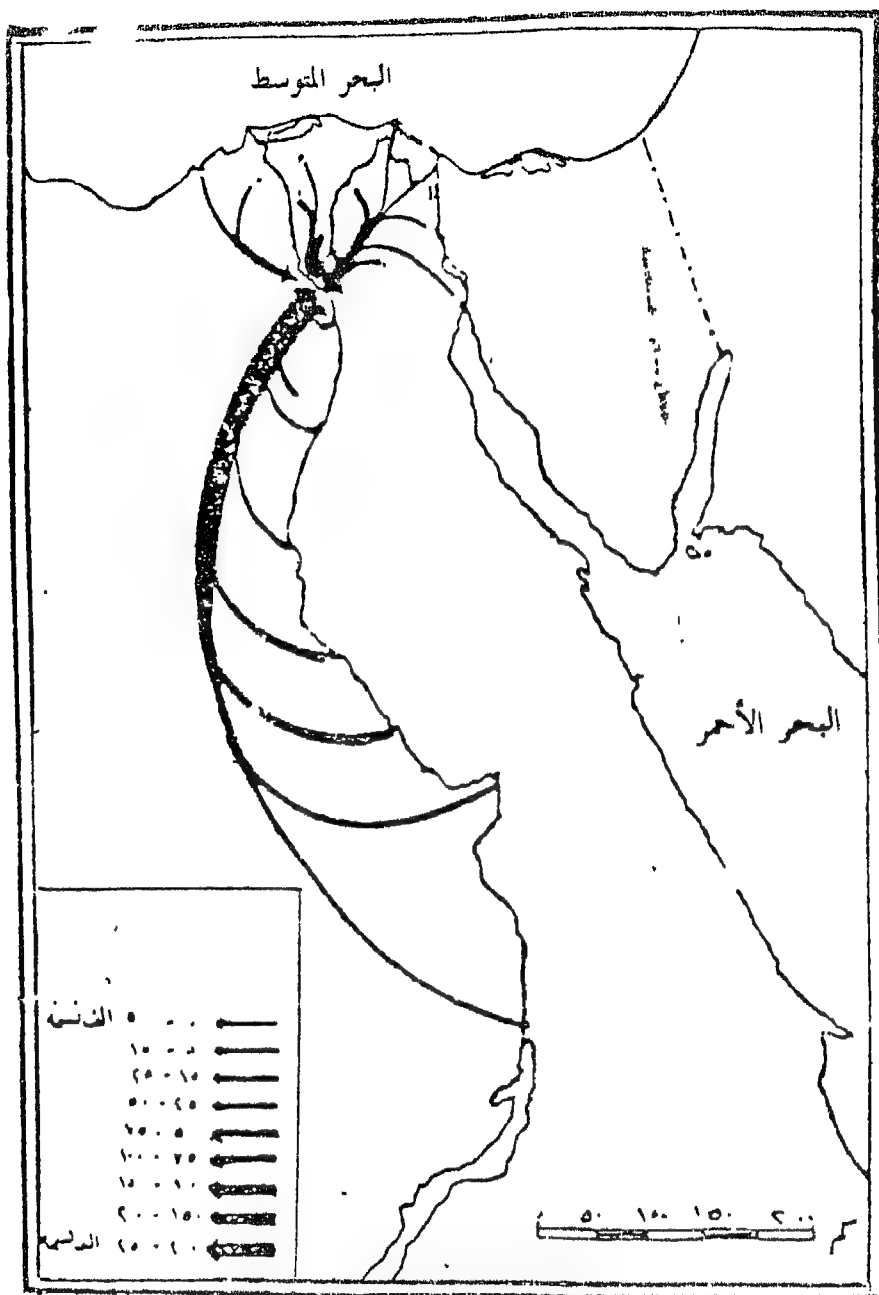
كما تستخدم الخطوط الإنسيابية أيضاً عند إنشاء خرائط التجارة وحركة النقل البري ، والحديدي ، والنهري ، والجوى ، والبحرى .

جـ — رمز المساحة الكمي :

ويتم إنشاء الخرائط التي توزع عليها الظواهر الجغرافية برمز المساحة الكمي بتظليل أو تلوين المساحات بظلال أو ألوان متدرجة بفئات متساوية ، لتدلّل عل التباين في قيمة الظاهرة من إقليم لآخر على الخريطة ، وإتجاه تزايد الكثافة أو تخلخلها .

ويشيع إستخدام هذا الرمز في الخرائط الإقتصادية الزراعية ، والصناعية ، وخرائط النقل ، وخرائط السكان . (شكل رقم ١٥) .

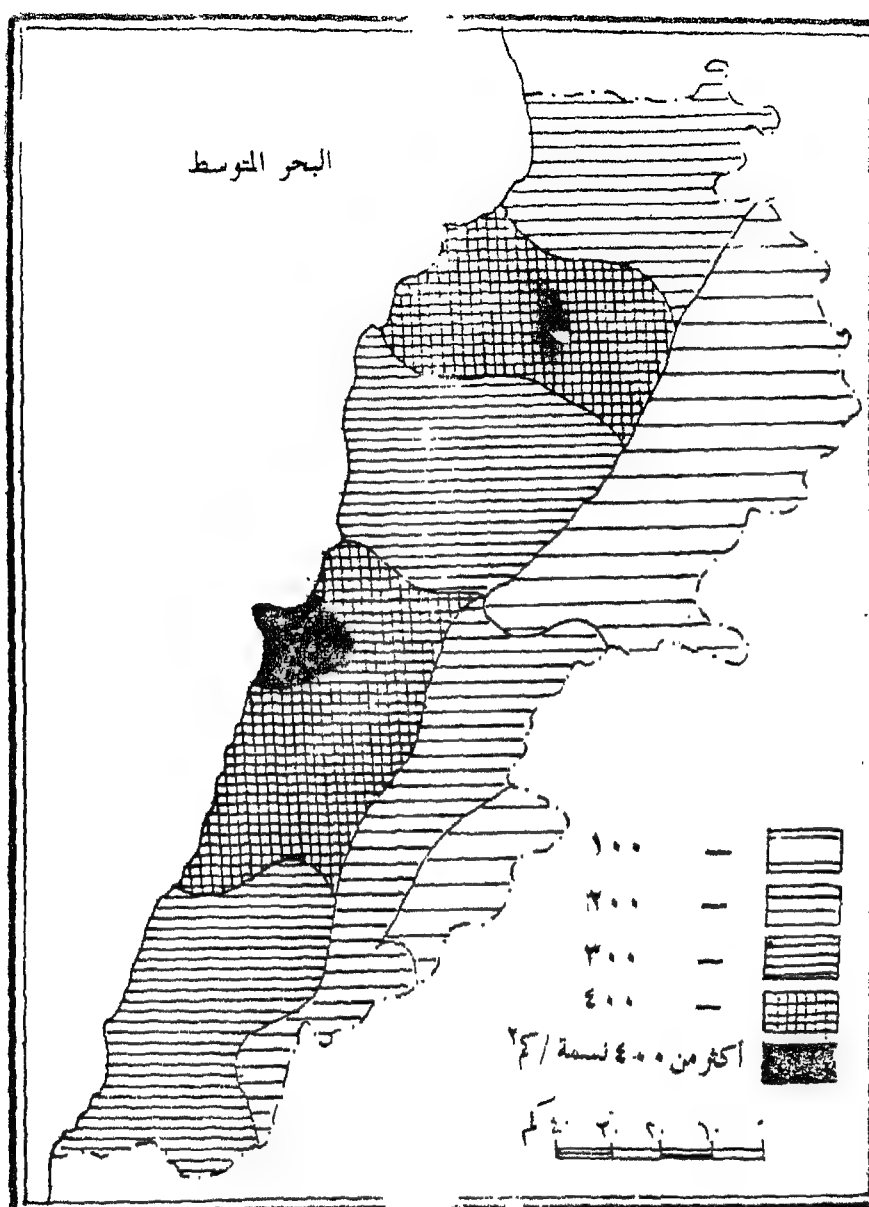




(شكل رقم ١٤)

خريطة الهجرة الصافية إلى مدينة القاهرة

(رمز خطي كمي)



(شكل رقم ١)

كثافة السكان في الجمهورية اللبنانية

(رمز مساحي كمي)

الألوان الإصطلاحية على الخرائط :

تستخدم الأنواع على الخرائط لتيسير بيان توزيع الظاهرة جغرافية موضوع الخريطة . ولما كانت للخرائط لغتها العالمية الإصطلاحية فقد أصبح لكل لون يستخدم على الخرائط مدلوله ومعناه المفهوم والمقروء، مهما كانت لغة الكتابة على الخرائط . وعلى سبيل المثال لا الحصر ، فإن اللون الأخضر يميز المناطق من خط الساحل وحتى إرتفاع ٢٠٠ متراً فوق مسطح البحر ، على حين يدل اللون الأخضر الفاتح على الأراضي التي تقع على مسطح يزيد على ٢٠٠ متراً ويقل عن ٤٠٠ متراً ، وتدرج الألوان بتزايد الإرتفاعات من الأصفر إلى البرتقالي إلى البني إلى البنفسجي حتى إرتفاع ٦٠٠٠ متراً فوق منسوب سطح البحر وما يعلو عن ذلك فيميزه اللون الأبيض .

على حين أننا نلاحظ استخدام الألوان المتناقضة لبيان الظواهر الجغرافية التي لا تربطها صفة الإستمرارية أو التدرج ، وعلى سبيل المثال تستخدم الألوان المتباينة في وضوح للتمييز بين دولة وأخرى .

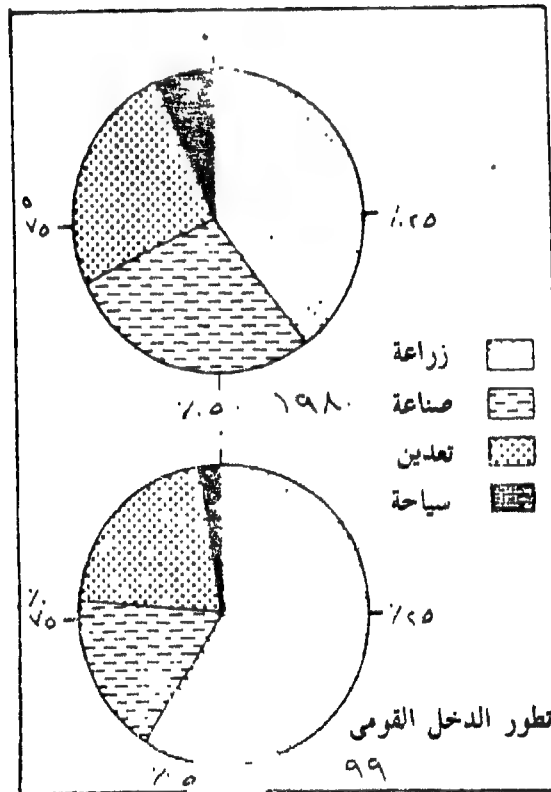
ويتعين الرجوع إلى الأطلس للتعرف على الألوان الإصطلاحية المستخدمة في تمثيل الظواهر الجغرافية الطبيعية والبشرية على الخرائط ، بالطرق والأساليب المتنوعة والكمية .

ثالثاً : الرسوم البيانية على الخرائط :

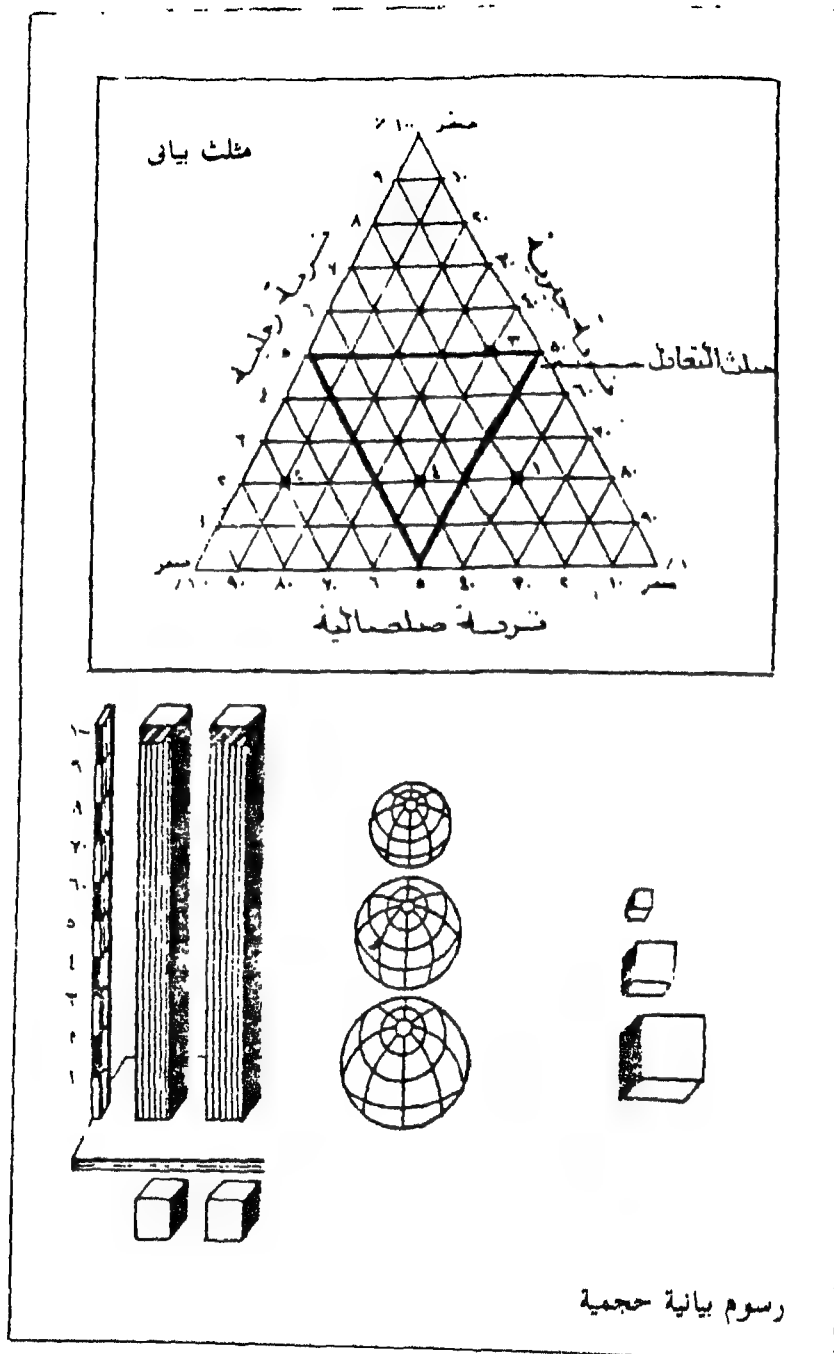
نتيجة لتطور الفكر الجغرافي ، وأساليب الدراسة والبحث ومناهجها ، كان لزاماً على الجغرافي أن يلجأ إلى استخدام أساليب التمثيل البياني وتوقيعها على الخرائط ، حتى تواكب الخرائط الدور المهم للأسلوب الكمي في الدراسات الجغرافية لما للرسوم البيانية من قدرة على ترجمة الرقم إلى شكل يبرر أهميته ويعطى مدلولاً مباشراً عن الظاهرة أو الظواهر المراد توزيعها على الخريطة ، سواء بالوصف فقط ، أو بالوصف والتحليل لينتج لدينا ما يعرف بالخرائط السبانية .

وتتنوع طرق التمثيل البالي وتتعدد ما بين رسوم بيانية مطلقة وأخرى نسبية ، ورسوم بيانية بسيطة وأخرى مركبة . كما تتعدد ما بين رسوم خطية ، ومساحية ، وحجمية ، ومثلثية ، وتصويرية وغيرها .

وسنعرض فيما يلي لبعض نماذج من الرسوم البيانية البسيطة التي لا غنى عنها في الدراسات الجغرافية ، ولا يتخلو أطلس من خرائط بيانية توضح توزيع الظواهر الجغرافية وتحليلها الكمي بطريقة من طرق التمثيل البالي . (شكل رقم ١٦ ، شكل رقم ١٧)



(شكل رقم ١٦)
الدوائر البيانية للقسم



(شكل رقم ١٧)
نماذج لبعض أنواع طرق التمثيل البياني

أولاً : المنحنيات البيانية :

ويعرفها البعض بالسلاسل الزمنية ، وتستخدم لتمثيل ظاهرة جغرافية طبيعية أو بشرية متغيرة على مدى زمني . ومنها المنحنيات البسيطة التي تعرض لظاهرة واحدة ، ومنها المركبة التي تعرض لأكثر من ظاهرة جغرافية مرتبطة ببعضها البعض ، ومنها المنحنيات الدائرية وكذلك المنحنيات اللوغاريتمية .

١ — المنحنيات البيانية البسيطة :

تعد من أبسط طرق التمثيل البياني وأيسرها تصميماً وتوقعاً على الخرائط وأبسطها عرضاً للظاهرة الجغرافية .

وتستخدم في بيان التغير في درجات الحرارة خلال شهور السنة المختلفة ، أو في بيان تطور أعداد السكان خلال فترات التعدادات المختلفة ، أو في بيان تطور الإنتاج خلال فترة زمنية محل الدراسة وموضوع الخريطة ، وغير ذلك من الظواهر الجغرافية المشابهة .

خطوات تصميم منحنى بياني بسيط :

١ — يلزم لإنشاء المنحنى البياني البسيط رسم محورين أحدهما أفقي لبيان الفترة الزمنية ، والثاني رأسي لبيان التغير الكمي في قيمة الظاهرة الجغرافية . ولتحديد طول كل منهما يلزم مراجعة أرقام الإحصائية لتحديد أعلى قيمة وأصغر قيمة يراد بيانها على المحور الرأسي ، وكذلك عدد أقسام المحور الأفقي ، وكذلك المساحة من الخريطة المحددة لتوقيع المنحنى البياني . أي أن أرقام الإحصائية ومقياس رسم الخريطة يتحكمان في أطوال محوري المنحنى الرأسي والأفقي .

٢ — يقسم المحوران إلى أقسام متساوية ، ويدرج المحور الرأسي بدءاً من الصفر عند نقطة إلتقاء المحورين وبقية دائرية ذات فترة واحدة تحتار تبعاً لقيم الإحصائية حتى أعلى قيمة وتميز بوحدة قياس الظاهرة (طن — درجة مئوية — نسمة — دولار) . ويقسم المحور الأفقي بعدد السنوات للفترة الزمنية للإحصائية .

٣ - توقع قيم الإحصائية لكل سنة في موضع إلتقاء الإحداثيين الأفقي والرأسي .

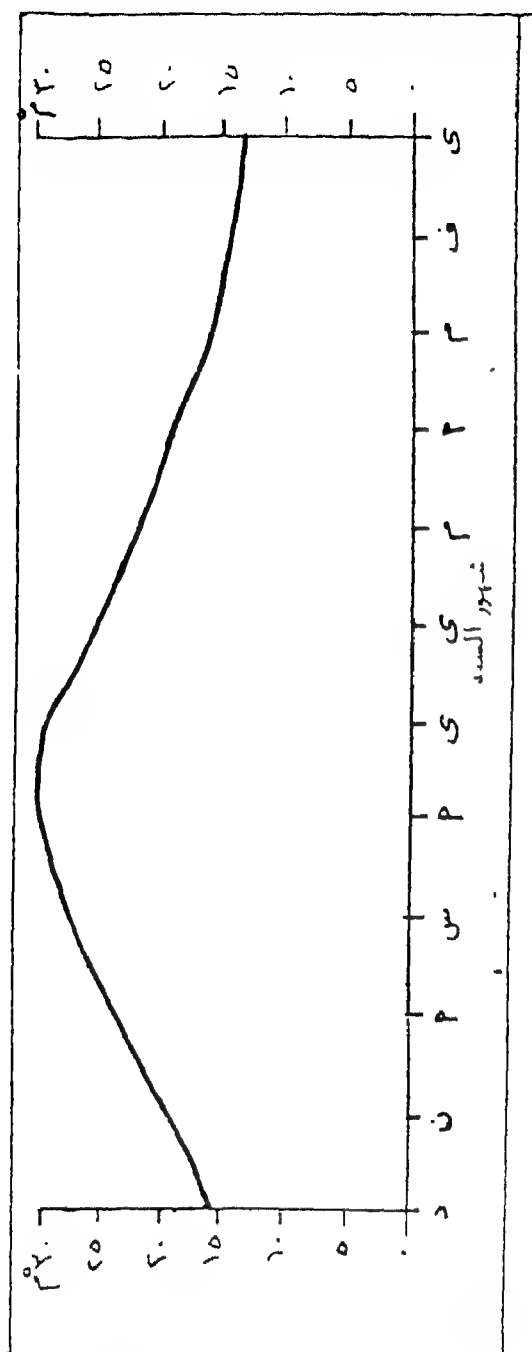
٤ - توصل النقط السابق تحديدها بخط متحنى فينتج المنحنى البياني الذى يبين التطور الذى طرأ على الظاهرة . ويراعى أن يكون التوصيل بخط ممد في حالة الظواهر التى لها صفة الإستمرار ، وبخط منكسر في حالة الظواهر التى لها صفة التعبير المرحلى .

٥ - يوقع المنحنى البياني في موضعه على الخريطة .

مثال :

يوضح الجدول الآتى المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة في مدينة بيروت والمطلوب تمثيل هذه الإحصائية بإستخدام المنحنى البياني السيط .
(شكل رقم ١٨) .

الشهر	المتوسط الشهري لدرجات الحرارة م°	الشهر	المتوسط الشهري لدرجات الحرارة م°
يناير	١٣ر٦	يوليو	١٨ر١
فبراير	١٤ر٠٠	أغسطس	٢٧ر٨
مارس	١٥ر٩	سبتمبر	٢٧ر١
ابريل	١٩ر٠٠	أكتوبر	٢٤ر٠
مايو	٢٢ر٧	نوفمبر	١٩ر٤
يونيو	٢٥ر٩	ديسمبر	١٥ر٣



(شكل رقم ١٨)
 المتوسط الشهري لدرجات الحرارة في مدينة بيروت
 (منحنى بياني بسيط)

٢ - المنحنيات البيانية المركبة

يستعان بالمنحنيات لبيانه المركبة لبيان التغير في قيم ظاهرة أساسية تتكون من ظواهر فرعية خلال فترة زمنية محل الدراسة مثل الإنتاج الزراعي ومكوناته ، أو الدخل القومي ومصادره ، أو أعداد السكان من الذكور والإناث ، وغيرها من الظواهر المماثلة . ولا تختلف طريقة تصميم المنحنى البياني المركب عن المنحنى البياني البسيط فبعد إنشاء المحورين يتم توقيع منحنى أول ظاهرة فرعية كما في المنحنى البسيط ، ثم يرسم منحنى الظاهرة الفرعية الثانية مركباً عليه وهكذا حتى تكتمل الظاهرة الأساسية . ثم يظل أو يلون كل منحنى بظل أو لون مميز .

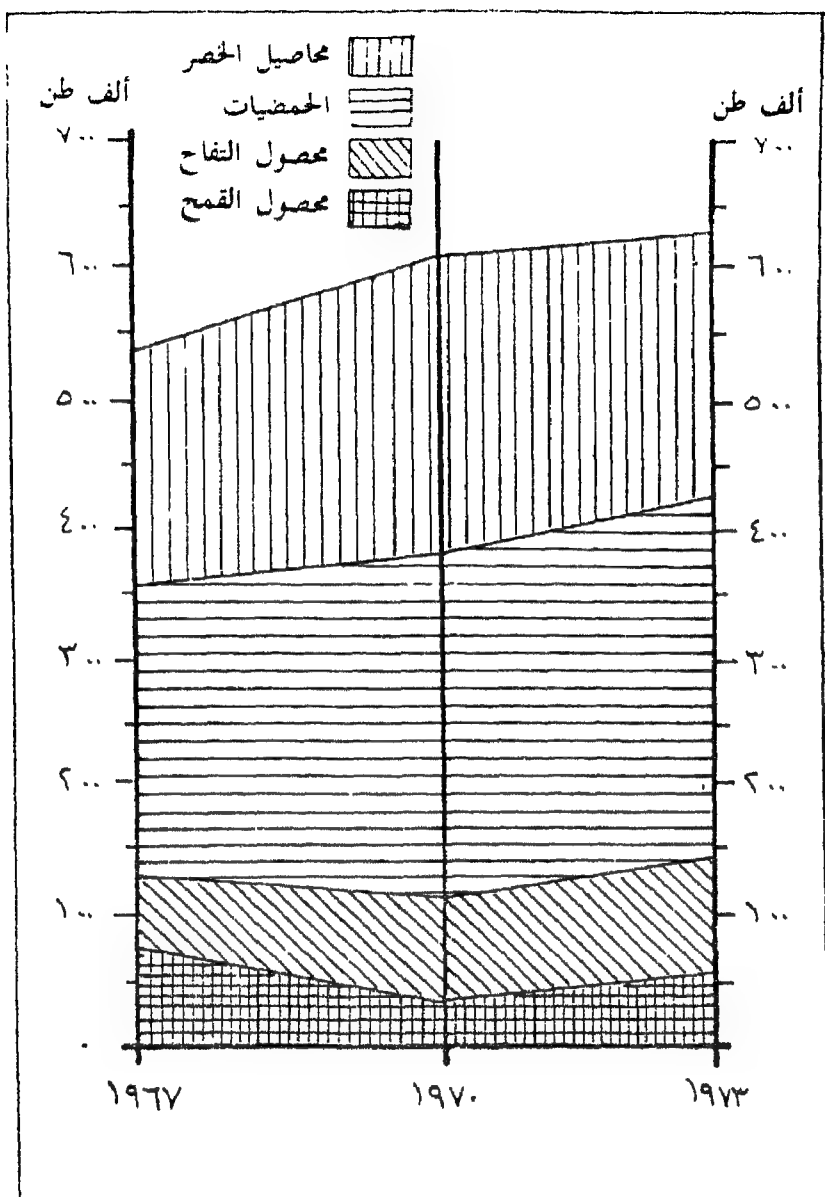
ويدل الشكل الناتج على التغير التي طرأ على الظاهرة الأساسية خلال الفترة الزمنية ، وأيضاً التغير الذي طرأ على فرعياتها ومكوناتها .

مثال :

الجدول الآتي يبين التذبذب في الإنتاج الزراعي في الجمهورية اللبنانية خلال الفترة من ١٩٦٧ إلى ١٩٧٣ . والمطلوب تمثيل هذه الظواهر بطريقة المنحنيات البيانية المركبة (شكل رقم ١٩) .

السنة	١٩٦٧	١٩٧٠	ألف طن ١٩٧٣
قمح	٦٨	٤٣	٥٥
تفاح	٥٧	٧٤	٦٦
	١٢٥	١١٧	١٢١
حمضيات	٢٢٨	٢٧١	٣٠٧
	٣٥٣	٣٨٨	٤٢٨
خضر	١٨٨	٢١٥	١٩٧
	٥٤١	٦٠٣	٦٢٥
الجملة	٥٤١	٦٠٣	٦٢٥

التذبذب في الإنتاج الزراعي في لبنان
خلال الفترة من ١٩٦٧ - ١٩٧٣



(شكل رقم ١٩)

تذبذب الإنتاج الزراعي في الجمهورية اللبنانية
في الفترة من ١٩٦٧ إلى ١٩٧٣

٣ — المنحنيات البيانية الدائرية .

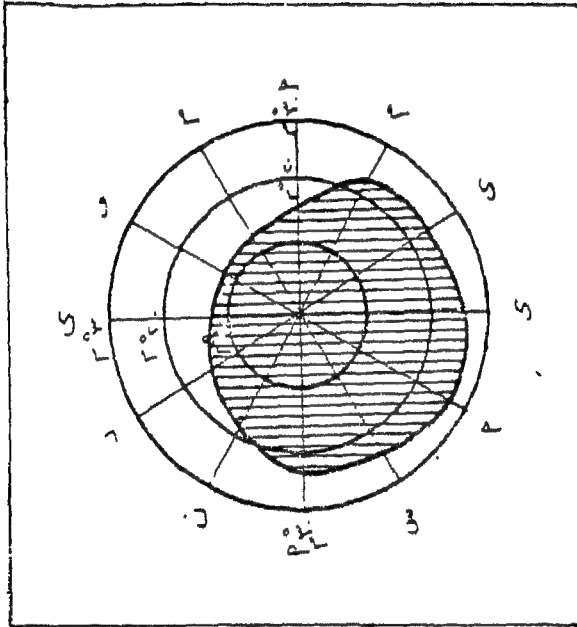
تستخدم المنحنيات البيانية لبيان التغير في ظاهرة معينة خلال فترة زمنية متصلة على مدار العام ، موصحة التعبير الشهري أو الفصل بصورة أوضح مما باستخدام المنحنيات البسيطة . مثل الحركة السياحية خلال العام ، أو استهلاك الطاقة خلال شهور العام ، أو كمية المصاد من الأسماك خلال العام

وتتلخص طريقة تصميم المنحنى الدائرى في الخطوات الآتية :

- ١ — يستنتج من دراسة أعلى قيمة في الإحصائية ووفقاً للحيز المساحى المتاح على الخريطة طول نصف قطر أكبر دائرة لتمثل أعلى قيمة .
- ٢ — يقسم نصف القطر إلى أقسام متساوية لتمثل قيم الإحصائية حسب الفترات المناسبة المختارة .
- ٣ — من نفس مركز الدائرة الأولى وبأطوال الأقسام المتساوية ترسم مجموعة من الدوائر المتداخلة متحدة المركز .
- ٤ — تقسم الزاوية المركزية للدوائر إلى ١٢ قسماً متساوياً كل منها يساوى ٣٠ درجة ليدل على شهر من شهور السنة .
- ٥ — يوقع على خط التقسيم الخاص بكل شهر القيمة المقابلة ثم يوصل بين هذه النقط بخط منكسر لينتج المنحنى البيانى الدائرى .

مثال :

الجدول الآتى يوضح المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة في مدينة بيروت والمطلوب تمثيل هذه الإحصائية بيانياً بطريقة المنحنى البيانى الدائرى .
(شكل رقم ٢٠) .



(شكل رقم ٢٠)
المتوسطات الشهرية لدرجات الحرارة في مدينة بيروت

المتوسط الشهري لدرجات الحرارة في مدينة بيروت م°

الشهر	درجة الحرارة
يناير	١٣٫٦
فبراير	١٤
مارس	١٥٫٩
أبريل	١٩
مايو	٢٢٫٧
يونيو	٢٥٫٩
يوليو	٢٨٫١
أغسطس	٢٨٫٧
سبتمبر	٢٧٫١
أكتوبر	٢٤
نوفمبر	١٩٫٤
ديسمبر	١٥٫٣

مثالاً : الأعمدة البيانية :

تستخدم الأعمدة البيانية لتمثيل الظواهر الجغرافية المتغيرة على مدى رمى محل الدراسة ، شأنها في ذلك شأن المنحنيات البيانية إلا أنها تفرد بتمثيل الظواهر الجغرافية المتغيرة بتغير الأقليم الجغرافي أو بتغير الظاهرة الجغرافية .

وتتميز الأعمدة البيانية بأنها تتخذ إتجاهاً رأسياً أو أفقياً يسر عملية المقارنة فيما بين سنة وأخرى أو فيما بين إقليم وآخر . وتنوع الأعمدة البيانية فمها الأعمدة البسيطة ، والمتعددة ، والمركبة ، والدائرية ، والتصويرية ، والمجسمة .

١ — الأعمدة البيانية البسيطة :

تستخدم الأعمدة البيانية البسيطة في بيان التعبير في الظاهرة الجغرافية ، وتوزع على الخريطة كل في موضعه ، على أن تكون الأعمدة جمعها بسنك واحد وذات إتجاه واحد حتى تكون المقارنة على أساس واحد ويؤدي الرسم البياني الغرض منه .

وتتبع الخطوات الآتية في تصميم الأعمدة البيانية البسيطة :

١ — يرسم محورين أحدهما رأسى لتمثيل قيم الإحصائية ، والثاني أفقى لبيان السنوات للفترة الزمنية محل الدراسة أو لبيان الأقاليم الجغرافية موضوع الإحصائية وذلك بنفس الأسلوب المتبع عند إنشاء المنحنيات البيانية .

٢ — على المحور الأفقى وعند نقط التقسيم تحدد قواعد الأعمدة البيانية متساوية وعلى أبعاد متساوية أيضاً .

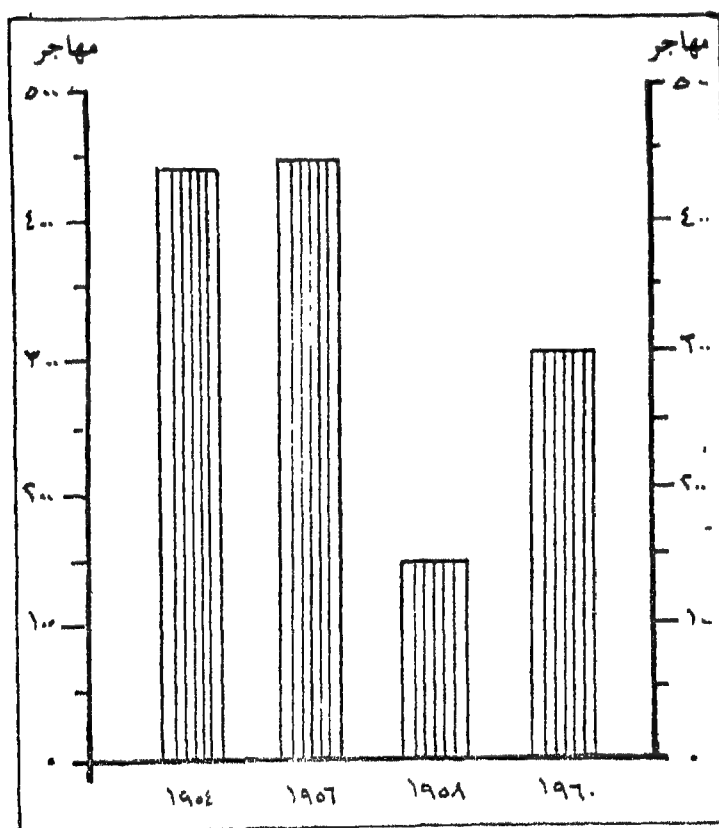
٣ — تحدد أطوال الأعمدة كل منها وفقاً للقيمة التي يمثلها وحسب أقسام المحور الرأسى .

مثال :

الجدول الآتى يوضح التغير في أعداد المهاجرين من محافظة بيروت خلال الفترة من ١٩٥٤ إلى ١٩٦٠ ، والمطلوب تمثيل الإحصائية بطريقة الأعمدة البيانية البسيطة . (شكل رقم ٢١) .

أعداد المهاجرين من محافظة بيروت خلال الفترة من ١٩٥٤ — ١٩٦٠

السنة	١٩٥٤	١٩٥٦	١٩٥٨	١٩٦٠
بيروت	٤٣٦	٤٤٦	١٤٧	٣٠١



(شكل رقم ٢١)

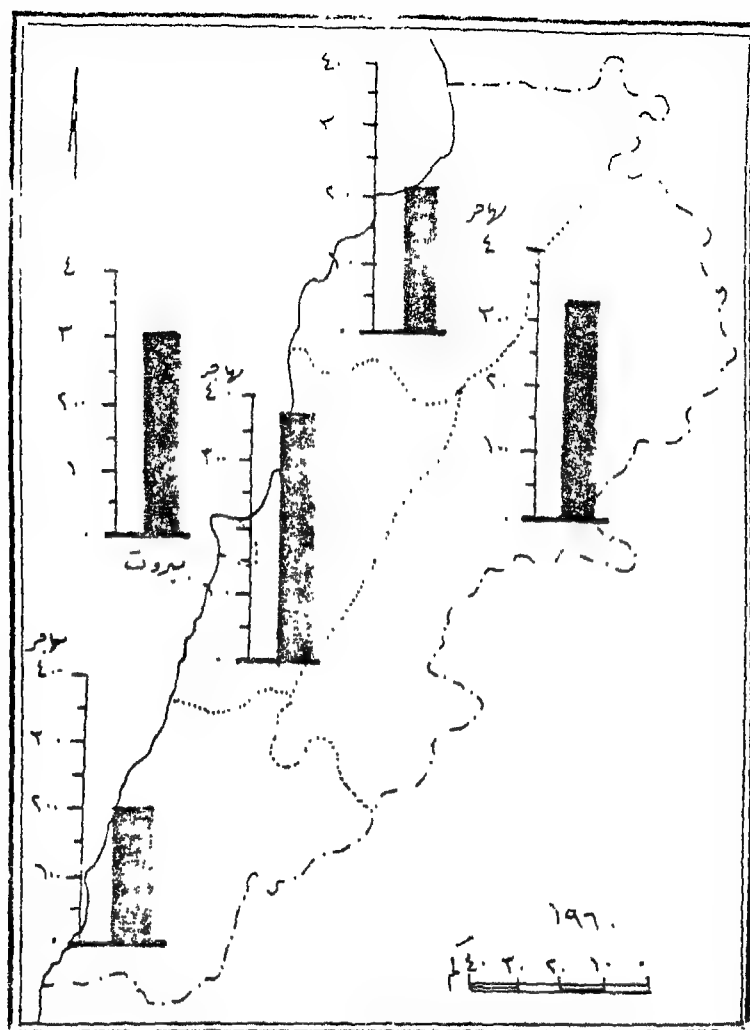
تطور أعداد المهاجرين من مدينة بيروت
خلال الفترة من ١٩٥٤ — ١٩٦٠

مثال :

الجدول الآتي يوضح أعداد المهاجرين من محافظات الجمهورية اللبنانية في عام ١٩٦٠ والمطلوب إنشاء خريطة بيانية توضح توزيع هذه الظواهر بطريقة الأعمدة البيانية البسيطة . (شكل رقم ٢٢) .

أعداد المهاجرين من محافظات لبنان
في عام ١٩٦٠

المحافظة	بيروت	البقاع	شمال لبنان	جنوب لبنان	جبل لبنان
العدد	٣٠١	٣٣٦	٢١٦	٢٠٥	٣٧٦



(شكل رقم ٢٠)

أعداد المهاجرين من محافظات الجبلية اللبنانية عام ١٩٦٠

٢٤ - الأعمدة البيانية المركبة :

تستخدم الأعمدة البيانية المركبة لتمثيل الظواهر الجغرافية التي تتكون من ظواهر فرعية كما هي الحال في المنحنيات البيانية المركبة ، مثل أعداد السياح وحسياتهم ، أو أعداد السكان ودياناتهم ، أو الإنتاج ومكوناته . وهكذا

وتتلخص طرق إنشاء الأعمدة البيانية المركبة في الآتي :

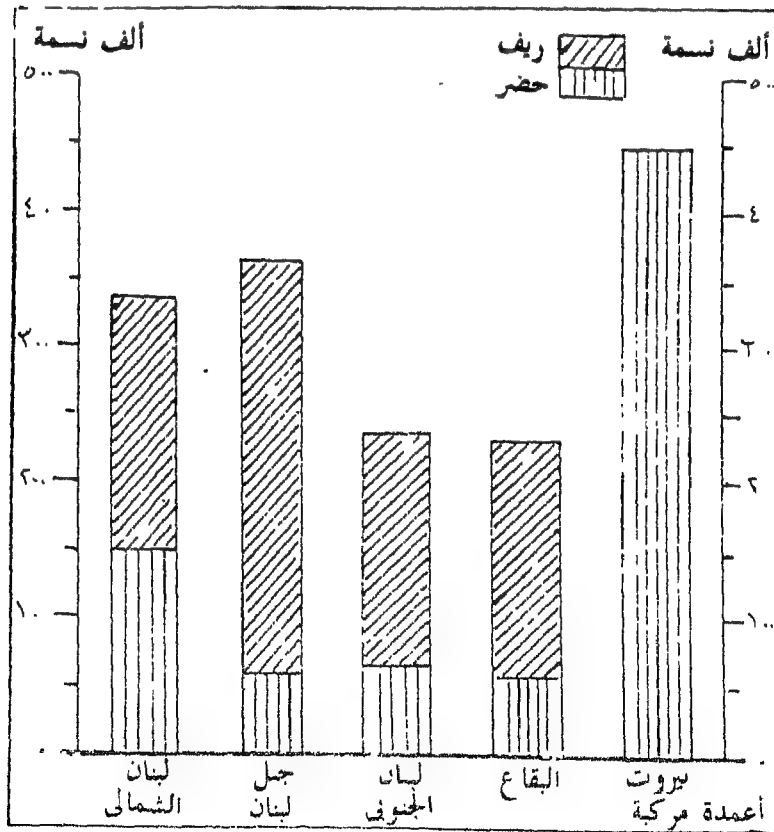
- ١ - بعد رسم المحورين الرأسى والأفقى وتقسيمهما كما اتبع عند رسم الأعمدة البسيطة .
- ٢ - ترسم الأعمدة كما في الأعمدة البسيطة ليثمل كل عمود منها جملة قيمة الظاهرة .
- ٣ - يقسم كل عمود إلى أقسام تتناسب في أطوالها مع قيم مكونات الظاهرة على أن يكون ترتيب الأقسام واحداً في كل الأعمدة حتى تصبح المقارنة قائمة ويتحقق الغرض من الرسم البياني .
- ٤ - توزع الرسوم البيانية كل في موضعه الذي يمثله على الخريطة .

مثال :

الإحصائية الآتية توضح تقدير أعداد السكان في محافظات الجمهورية اللبنانية من الحضر والريف في عام ١٩٦٠ ، والمطلوب تمثيل هذه الإحصائية بيانياً بطريقة الأعمدة البيانية المركبة . (شكل رقم ٢٣) .

سكان لبنان من الحضر والريف عام ١٩٦٠

المحافظة	حضر	ريف
لبنان الشمالي	١٥٠	١٨٨
جبل لبنان	٧٠	٣٠٢
لبنان الجنوبي	٧٥	١٦٣
البقاع	٦٥	١٦٣
بيروت	٤٥٠	—



(شكل رقم ٢٣)

تقدير سكان محافظات الجمهورية اللبنانية من الحضر ومن الريف في عام ١٩٦٠

٣- الأعمدة البيانية الدائرية .

يناسب هذا النوع من طرق التمثيل البياني توزيع الظواهر الجغرافية المتغيرة على مدى شهري أو فصلي ، كما يناسب إنشاء الخرائط ذات الوحدات الإدارية المندمجة مما يعطى توزيعاً متناسقاً .

وتتلخص طريقة تصميم الأعمدة البيانية الدائرية في الخطوات الآتية :

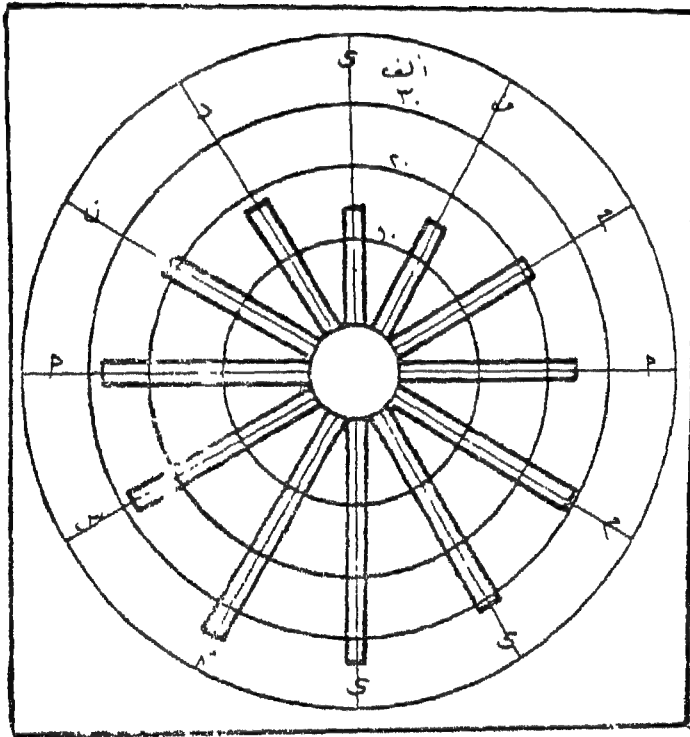
- ١ — ترسم مجموعة من الدوائر المتداخلة متحدة المركز بأنصاف أقطار متناسب مع تقسيم المحور الرأسى في الأعمدة البيانية البسيطة .
- ٢ — ثم تقسم الزاوية المركزية للدوائر إلى ١٢ قسمًا متساوياً يساوى كل منها ٣٠ درجة ليمثل كل نصف قطر منها شهراً من شهور السنة .
- ٣ — تحدد على بدايات أنصاف أقطار التقسيم قواعد الأعمدة بشرط أن تكون متساوية .
- ٤ — تحدد أطوال الأعمدة تبعاً للقيمة التى سيمثلها ، ثم ترسم الأعمدة بسمك واحد لتظهر وكأنها أشعة تنبع من مركز الدوائر تنحى إلى محيط الدوائر .

مثال :

الجدول الآتى يوضح تطور أعداد السياح الوافدين إلى بيروت على مدار شهور السنة ، والمطلوب تمثيل الإحصائية بطريقة الأعمدة البيانية الدائرية .
(شكل رقم ٢٤) .

أعداد السائقين الوافدين شهرياً (بالآلاف)

الشهر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
العدد	١٤	١٧	٢١	٢٥	٣٠	٣٢	٣٤	٣٥	٢٩	٢٨	٢١	١٨



(شكل رقم ٢٤)
أعداد السائقين الوافدين إلى بيروت

ثالثاً : أهرامات السكان :

يعد الهرم السكاني من طرق التمثيل البياني التحليلية التي توضح تركيب السكان العمري والنوعي ، وخصائص هذا التركيب الاجتماعية والاقتصادية .
وتفيد الأهرامات السكانية في التعرف على التطور والتغير في خصائص سكان الاقليم محل الدراسة ، وتعد عنصراً مهماً يعتمد عليه عند التخطيط الأقليمي .
وتتنوع أهرامات السكان ما بين الهرم السكاني البسيط ، والمنطبع ، والمركب ، وسنعرض لأبسط صورها ألا وهو الهرم السكاني البسيط :

— الهرم السكاني البسيط :

يتكون الهرم السكاني في أبسط صورته من عدد من الأعمدة البيانية التي ترسم أفقية . ويتكون الهرم من مجموعتين من الأعمدة البيانية في اتجاهين مختلفين ، مجموعة تمثل توزيع الذكور حسب فئات السن ، والمجموعة الثانية تمثل توزيع الإناث لنفس فئات السن . وتشترك المجموعتان في المحور الرأسى ولكل منهما محوره الأفقى ولكن بنفس وحدات التقسيم .

وتتلخص طريقة إنشاء الهرم السكاني في الخطوات الآتية :

١ — في ضوء الحيز الجغرافي المحدد لرسم الهرم السكاني على الخريطة ، وعلى أساس عدد فئات السن المطلوب بيانها ، وكذلك أعداد السكان داخل الفئات المختلفة تتحدد أطوال المحاور الأفقية والرأسية وكذلك أطوال الأقسام عليها .

٢ — يرسم المحور الرأسى عمودياً على المحور الأفقى الممتد على جانبيه شرقاً وغرباً ، ويقسم المحور الرأسى إلى أقسام متساوية بعدد الفئات العمرية ويحدد عند كل قسم قاعدة العمود الأفقى الذى سيرسم ليدل على عدد السكان داخل هذه الفئة ، وترسم قواعد الأعمدة وجميعها متساوية في السمك .

٣ — بداية من نقطة إلتقاء المحور الرأسى مع المحور الأفقى تكون بداية تدرج أقسام المحور الأفقى يميناً ويساراً بوحدات قياس لأعداد السكان من الذكور على الجانب الأيمن ، ومن الإناث على الجانب الأيسر .

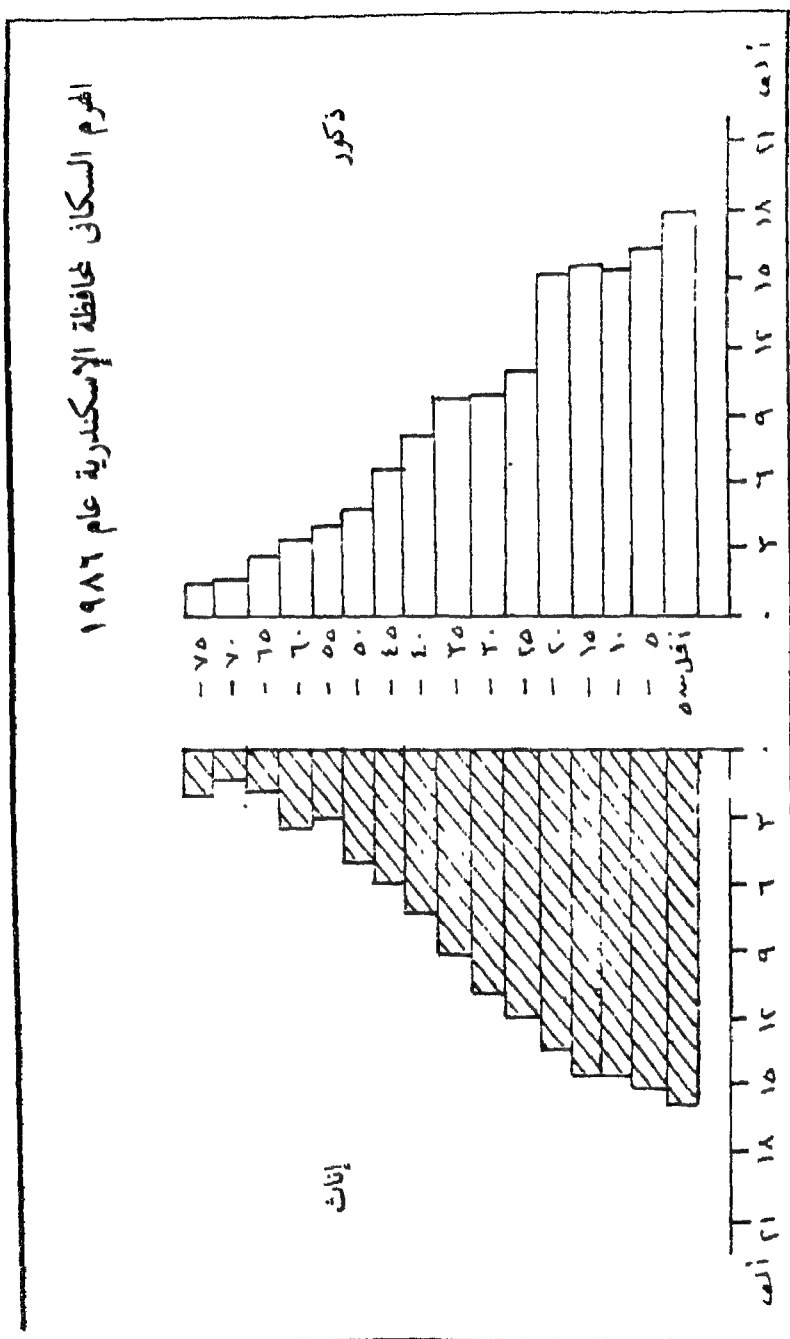
- ٤ — من مواضع قواعد الأعمدة على المحور الرأسى ترسم الأعمدة البيانية الأفقية بأطوال تتناسب مع أعداد السكان داخل الفئة الواحدة ، ممتدة يمينا لتمثل السكان الذكور ويساراً لتمثل الإناث منهم .
- ٥ — وقد ترسم إهرامات السكان على أساس الأرقام المطلقة أو النسب المئوية .

مثال :

الجدول الآتى يوضح التركيب النوعى والعمرى لسكان محافظة الإسكندرية حسب تعداد السكان لعام ١٩٨٦ ، والمطلوب تمثيل هذه الإحصائية باستخدام طريقة الهرم السكانى البسيط . (شكل رقم ٢٥٠) .

التركيب النوعى والعمرى للسكان عام ١٩٨٦ فى محافظة الإسكندرية

فئة السن	الذكور	الاناث	الجملة
أقل من ٥ سنوات	١٨١١٣٦	١٧٤٤٣٥	٣٥٥٥٧١
- ٥	١٦٩٣٨.	١٦٤٤٣٦	٣٣٣٧٦
- ١٠	١٥٣٨٨٣	١٤٦٨٣٧	٣٠٠٧٢٠
- ١٥	١٥٤٦١١	١٤٤٠٦٢	٢٩٨٦٧٤
- ٢٠	١٤٦٨٩٣	١٣٦٨٢٥	٢٨٣٧١٨
- ٢٥	١١٤٨٢٩	١٢٢٩١٤	٢٣٧٧٤٣
- ٣٠	١٠٨٥٩٧	١١٠٢٥٧	٢١٨٨٥٤
- ٣٥	١٠٢١٢٤	٩٨٩١٨	٢٠١٠٤٢
- ٤٠	٨٠٠١٩	٧٣٦٩٢	١٥٢٧١٢
- ٤٥	٦٥١٣٤	٦٠٧٣٦	١٢٥٨٦٠
- ٥٠	٥٨٣٢٤	٥٧٨٥٢	١١٦١٧٦
- ٥٥	٤٥٣٤٩	٢٩٤٣٦	٨٤٧٧٥
- ٦٠	٤٠٦٥٦	٣٧٩١١	٧٨٥٦٧٠
- ٦٥	٢٥٩٧٢	١٧٤٠٩	٤٣٣٨١
- ٧٠	١٥٦٩٥	١٤٣٨٥	٢٩٩٨٠
٧٥ فأكثر	١٣٩٠٤	١٧٠٧٦	٣٠٩٨٠
الجملة	١٤٨١٥٠٦	١٤١٤٩٥٣	٢٨٩٦٤٥٩



(شكل رقم ٢٥)
الهرم السكاني لسكان محافظة الإسكندرية
(تعداد عام ١٩٨٦)

رابعاً الدوائر البيانية

نعتبر الرسوم البيانية لدائرية من أكثر أنواع صرق التمثيل البياني بسجدة مدي الدراسات الجغرافية ، ذلك لأنها تناسب التقسيم الإداري الموحد على الخرائط الذي غالباً ما يميل إلى الأشكال المندجة ، ولأنها من الأشكال المألوفة لدى تلاقى إرتيحاءاً عند قارىء الخريطة .

وتوضح الدوائر البيانية التباين بين الظواهر المختلفة في الإقليم الواحد ، بين الظاهرة الواحدة في الأقاليم المتباينة . كما وأنها تتميز بإمكان تقسيمها إلى شرائح نسبية توضح مدى إسهام الظواهر الفرعية في تركيب الظاهرة الجغرافية الأساسية محل التمثيل وموضع الدراسة البيانية والتوزيع على الخريطة .

ويفيد إستخدام الدوائر البيانية عندما تكون قيم الإحصائية الخاصة بالظاهرة الجغرافية المراد توزيعها على الخريطة كبيرة ، بحيث لا تسمح طرق التمثيل البياني البسيطة كالمنحنيات أو الأعمدة ببيانها داخل الحيز المكاني المحدد لها على الخريطة . إذ تعتمد طريقة الدوائر على إدخال البعد الثاني عند تمثيل الظاهرة مما يقلل من إمتدادها الطولي .

١ — الدوائر البيانية البسيطة :

تستخدم الدوائر البيانية البسيطة عند توزيع ظاهرة ما على خريطة بقصد بيان الفروق بين المكونات الفرعية للظاهرة دون إبراز التفاوت بين أهمية الظاهرة الكلية ، بمعنى أن الدائرة الكلية نستخدم للتوزيع السوي للدلالة على وجود الظاهرة في إقليم أو عدد من الأقاليم . وتكون المقارنة والتمييز بين شرائح هذه الدوائر وهي القطاعات الزاوية التي تتناسب في مقدارها الراوى والمساحي مع مدى أهمية ومقدار إسهام كل مكون من مكونات الظاهرة .

وتتلخص طريقة تصميم الدوائر البيانية النسبية البسيطة فيما يأتي :

١ — لما كان الغرض من إنشاء مثل هذه الخرائط عدم بيان الفروق بين الظاهرة ككل ، فإننا سعتبر أن الدائرة في هذه الحالة رمزاً نوعياً ومن ثم نختار نصف قطر مناسب لرسم عدد من الدوائر المتساوية في المساحة

يتناسب مع الحيز المكاني للوحدات الإدارية على الخريطة محل التوزيع للظاهرة المطلوبة .

٢ — تحسب النسب المئوية لمكونات كل ظاهرة بالنسبة لإجمالي هذه الظاهرة في كل إقليم ، ثم تحول هذه النسب إلى قيم زاوية بإعتبار أن كل نسبة مقدارها ١٪ تقابل زاوية مقدارها ٣,٦ درجة .

٣ — توقع الدوائر متساوية المساحة في مواضعها على الخريطة ، ويرسم لكل منها نصف قطر في إتجاه رأسى ، ثم توقع الزاوية التي حسبت في إتجاه عقرب الساعة . ثم تظلل أو تلون الشرائح الناتجة بظلال أو ألوان ينص عليها في دليل الخريطة .

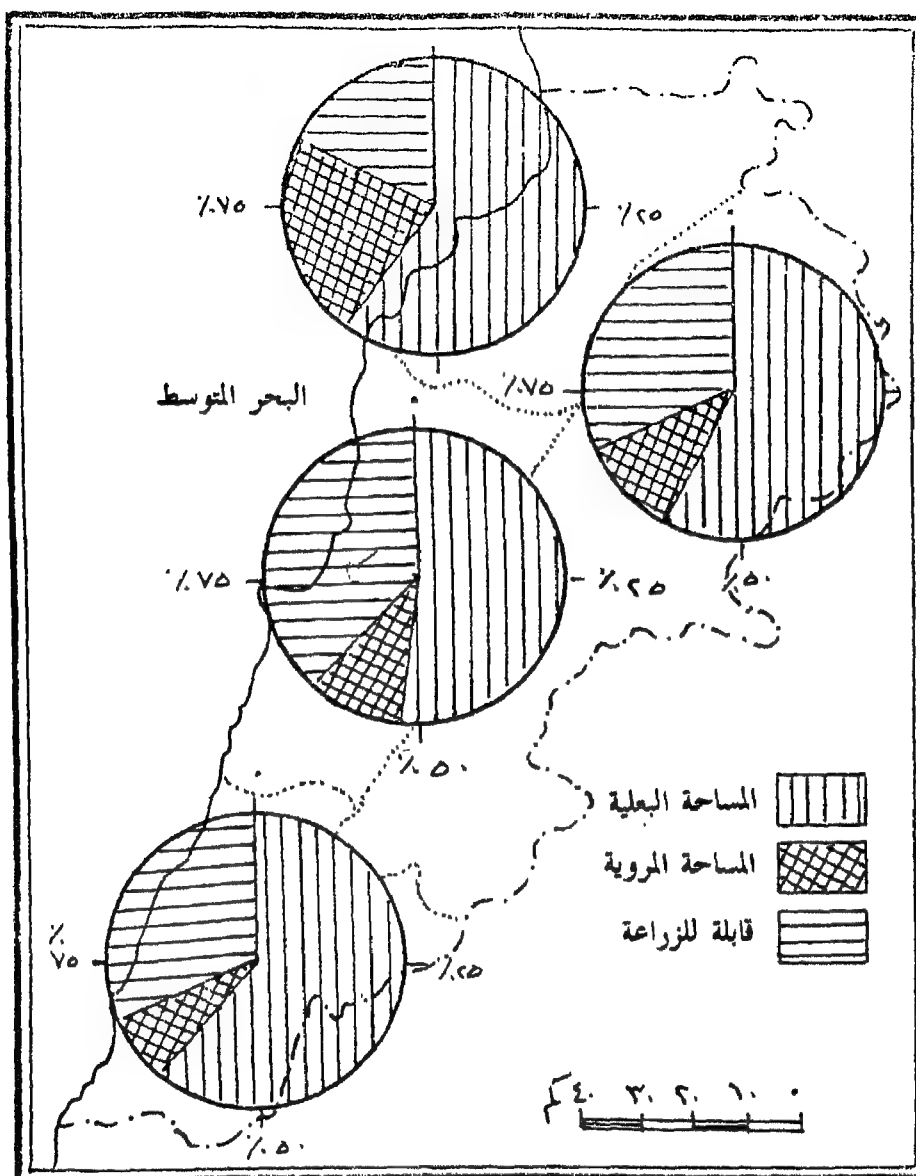
مثال :

يوضح الجدول الآتي توزيع مساحات الأراضي الزراعية في محافظات الجمهورية اللبنانية بالهكتار ، والمطلوب إنشاء خريطة بيانية موزع عليها هذه الظاهرة بطريقة الدوائر البيانية البسيطة . (شكل رقم ٢٦) .

(مكتاراً)

توزيع الأراضي الزراعية في محافظات لبنان

البقاع	لبنان الجنوبي	لبنان الشمالي	جبل لبنان	
١٤١٢١٨ ٢٥٧٣٥ ٧٩٦٦٤	٨٨.٣٢ ١.١٧٣ ٤٤٤.٦	٤٦٥١٠ ١٧٦٣٦ ١٣٧.٩	٥١١٩٤ ١.٥٣٥ ٣٦٩٦٦	المساحة البعلية المساحة المروية قابلة للزراعة
٢٤٦٦١٧	١٤٣٦.١	٧٧٨٥٥	٩٨٦٩٥	الجملة
الزاوية	الزاوية	الزاوية	الزاوية	
/	/	/	/	
٢٠.٦٢ ٣٧.٥ ١١٦.٣	٥٧.٣ ١٠.٤ ٣٢.٢	٢٢٢.١ ٢٥.٦ ١١٢.٣	٦١.٧ ٧.١ ٣١.٢	المساحة البعلية المساحة المروية قابلة للزراعة
٣٦.٠	١٠.٠	٣٦.٠	٣٦.٠	الجملة



(شكل رقم ٢٦)
توزيع الأراضي الزراعية في محافظات جمهورية لبنان

٢ - الدوائر السايه المتناسبه

تستخدم الدوائر البيانية المتناسبة في إنشاء إحداثيات نبيان التعير في إحداثيات الظاهرة الموضحة على الخريطة من إقليم لآخر ، بحيث تظهر الدوائر متناسبة في مساحاتها تبعاً للقيم التي تمثلها كل منها ، وبذلك تتميز الدوائر المتناسبة على الدوائر البسيطة . بالإضافة إلى أن الدوائر المتناسبة تقسم داخلياً أيضاً لبيان المكونات الفرعية للظاهرة كما في الدوائر البسيطة تماماً .

وتتلخص طرق تصميم الدوائر البيانية المتناسبة في كيفية تحديد أطوال أنصاف أقطار الدوائر بحيث تتناسب في مساحتها مع ما تمثله من قيم ومن طرق إنشاء هذه الدوائر :

أ - طريقة التناسب :

يتم في هذه الطريقة اختيار نصف قطر لأصغر القيم الظاهرة المراد تمثيلها على الخريطة ، وبإجراء عملية التناسب الحسابي تستنتج بقية أنصاف الأقطار الخاصة للقيم الأخرى ، ومن ثم تكون متناسبة فيما بينها البعض تبعاً لإحتلاف الكميات التي تمثلها .

وفي المثال الخاص بالدوائر البسيطة تبين أن إجمال الظاهرة الموزعة الذي لم تظهره هذه الدوائر الخاص بإجمال الأراضي الزراعية والقابلة للزراعة بمحافظات لبنان كالآتي :

جبل لبنان	٩٨٦٩٥	هكتاراً
لبنان الشمالى	٧٧٨٥٥	هكتاراً
لبنان الجنوبى	١٤٢٦٠١	هكتاراً
البقاع	٢٤٦٦١٧	هكتاراً

وباستقراء البيانات السابقة يتبين أن أصغر أرقام الإحصائية هو القيمة الخاصة بمحافظة لبنان الشمالى وقدرها ٧٧٨٥٥ هكتاراً . وتبعاً لمقياس رسم خريطة الأساس التي ستورع عليها هذه الظاهرة يتحدد الحيز المكاني لكل دائرة ، ومن ثم يتم اختيار قيمة أساس لأصغر دائرة وهي التي ستمثل الأراضي الزراعية والقابلة للزراعة في محافظة لبنان الشمالى وهي ٧٧٨٥٥ هكتاراً .

— على فرض أن القيمة المناسبة لاختارة هي ١ سم ، فيكون حساب بقية أنصاف الأقطار لتمثيل الظاهرة في المحافظات الأخرى بطريقة تناسب الحساب كالاتي :

١ — بالنسبة للدائرة الخاصة بمحافظة جبل لبنان :

لما كان نصف قطر الدائرة المثلثة للقيمة ٧٧٨٥٥ هكتاراً هو ١ سم .
يكون نصف قطر الدائرة المثلثة للقيمة ٩٨٦٩٥ هكتاراً هو س :

$$\therefore \text{س} = \frac{1 \times 98695}{77855} = 1,27 \text{ سم}.$$

٢ — بالنسبة للدائرة الخاصة بمحافظة لبنان الجنوبي :

لما كان نصف قطر الدائرة المثلثة للقيمة ٧٧٨٥٥ هكتاراً هو ١ سم .
يكون نصف قطر الدائرة المثلثة للقيمة ١٤٢٦٠١ هكتاراً هو س :

$$\therefore \text{س} = \frac{1 \times 142601}{77855} = 1,83 \text{ سم}$$

٣ — بالنسبة للدائرة الخاصة بمحافظة البقاع :

لما كان نصف قطر الدائرة المثلثة للقيمة ٧٧٨٥٥ هكتاراً هو ١ سم .
يكون نصف قطر الدائرة المثلثة للقيمة ٢٤٦٦١٧ هكتاراً هو س :

$$\therefore \text{س} = \frac{1 \times 246617}{77855} = 3,17 \text{ سم}$$

وعلى ذلك تكون أنصاف أقطار الدوائر المتناسبة لبيان الأراضي الزراعية والقابلة للزراعة بمحافظات لبنان كالاتي :

١,٠٠ سم	لبنان الشمالى
١,٢٧ سم	جبل لبنان *
١,٨٣ سم	لبنان الجنوبي
٣,١٧ سم	البقاع

ونلاحظ أن الدوائر البيانية الناتجة ستتناسب في مساحاتها تبعاً لإحداثيات قيم الظاهرة من إقليم لآخر . ثم تقسم هذه الدوائر بنفس أسلوب تقسيم الدوائر البيانية البسيطة ليان تفاصيل الظاهرة ، ثم تورع الدوائر على مواضعها في الخريطة . ويراعى أن يرسم مقياس للدوائر حتى يمكن أن تسب إليه القيم الموقعة .

ب — طريقة الجذور التربيعية :

يتم في هذه الطريقة التعامل مع قيم الظاهرة المخسفة باعتبارها مساحات لدوائر المطلوب إيجاد أنصاف أقطارها . ومن المعروف أن التغير في مساحات الدوائر هو نصف القطر ، ومن ثم يكون حساب الجذور التربيعية لقيم الإحصائية بمثابة الحصول على أطوال أنصاف أقطار الدوائر المقابلة لها .

وتتلخص هذه الطريقة بإيجاد الجذور التربيعية لكل قيم الظاهرة في الأقاليم الجرافية المختلفة ، ثم يتم التعامل مع قيم الجذور التربيعية السابق حسابها لزيادة أطوالها أو لتصغيرها تبعاً لمقياس رسم خريطة الأساس موضع التوزيع للظاهرة وذلك بمقدار ثابت يتم اختياره .

وفي المثال السابق كانت قيم الظاهرة كالآتي :

المحافظة	المساحة	جبل لبنان لبنان الشمالي لبنان الجنوبي البقاع
جبل لبنان	٩٨٦٩٥ هكتارا	٩٨٦٩٥ هكتارا
لبنان الشمالي	٧٧٨٥٥ هكتارا	٧٧٨٥٥ هكتارا
لبنان الجنوبي	١٤٣٦٠١ هكتارا	١٤٣٦٠١ هكتارا
البقاع	٢٤٦٦١٧ هكتارا	٢٤٦٦١٧ هكتارا
الجذر التربيعي	نصف القطر بالقسمة ÷ ١٠٠	نصف القطر بالقسمة ÷ ٢٠٠
٣١٤١٥	٣١٤	١٦
٢٧٩٠٢	٢٧٩	١٤
٣٧٧٦٢	٣٧٧	١٩
٤٩٦٦٠	٤٩٦	٢٥

يتضح أنه تقسمة الحدود التربعية على ١٠٠ قد حصلت على أحوال
لأنصاف الأقطار أكبر مما نتج من التقسمة على ٢٠٠. ويتم حصر الأحوال حتى
تتناسب مع مقياس الرسم وحيث تظهر الظاهرة الموزعة واضحة ومتميزة. ثم
توقع الدوائر في مواضعها على خريطة الأساس. وتقسمة لبيان الظواهر لمرعية
كما في الدوائر البيانية البسيطة مع مراعاة أن يضم دليل الخريطة مقياساً للدوائر.
جـ — طريقة الحساب اللوغاريتمي.

يتميز الأسلوب اللوغاريتمي عن الأساليب الأخرى في أنه يسمح ببيان
التغير النسبي الفعلي في الظواهر. ومن ثم يكون استخدامه مناسباً لبيان التعبير
الحقيقي والمقارنة الدقيقة بين الأقاليم الجغرافية وبعضها البعض فيما يتعلق
بالظواهر الجغرافية في كل منها. ومن الطرق المستخدمة في إنشاء الدوائر البيانية
المتناسبة الأسلوب اللوغاريتمي في حساب أنصاف أقطار الدوائر ويتلخص هذا
الأسلوب في الآتي :

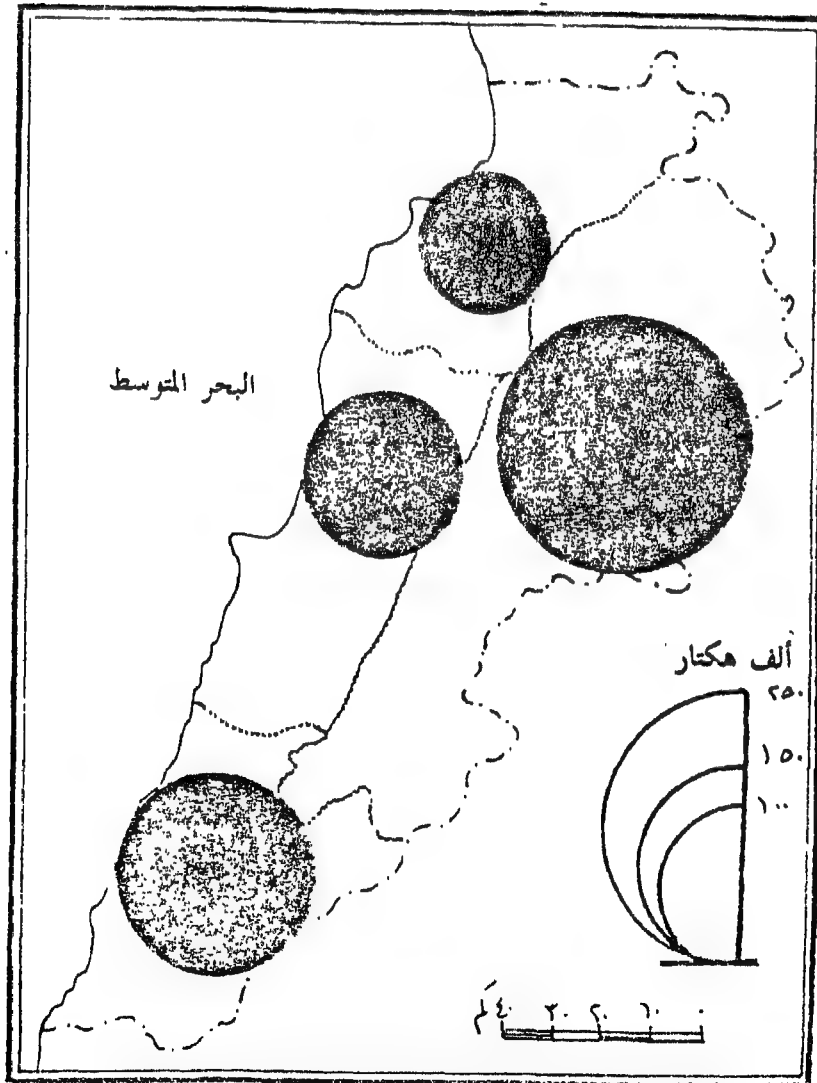
- ١ — بحسب لوغاريتم القيم الخاصة بالظاهرة لكل إقليم.
- ٢ — يعالج اللوغاريتم الناتج بالضرب في قيمة ثابتة ٠,٥٧.
- ٣ — يستخرج العدد المقابل للقيمة السابق حسابها.
- ٤ — يتم إختيار قيمة أساس لأصغر قيمة ليمثل نصف قطر أصغر دوائر
الخريطة وذلك تبعاً لمقياس رسم الخريطة وتبعاً لأكبر دوائر بها حتى
يمكن توقيع كل الدوائر في مواضعها بصورة متناسقة.

وفي المثال السابق كانت قيم الظاهرة :

جبل لبنان	٩٨٦٩٥	هكتاراً
لبنان الشمالي	٧٧٨٥٥	هكتاراً
لبنان الجنوبي	١٤٢٧٠١	هكتاراً
البقاع	٢٤٦٦١٧	هكتاراً

نصف القطر	العدد المقابل	لو x ٥٧	اللوغزيريم	المساحة	المحافظة
١١٤	٧٠٢٧	٢٨٤٦٧	٤٩٩٤٢	٩٨٦٩٥	جبل لبنان
١	٦١٣٨	٢٧٨٨٠	٤٨٩١٢	٧٧٨٥٥	لبنان الشمالي
١٤١	٨٦٦٦	٢٩٣٧٨	٥١٥٤١	١٤٣٦٠١	لبنان الجنوبي
١٩٣	١١٨٤٣	٣٠٧٣٤	٥٣٩٢٠	٢٤٦٦١٧	البقاع

تم اختيار قيمة أساس مقدارها ١ سم لتمثل نصف قطر الدائرة الخاء بلبان الشمالى وتم حساب بقية أنصاف الأقطار بطريقة النسبة والتواء العادية ومن الممكن تغيير قيمة الأساس للحصول على الأطوال المناسبة لمقياس رسم خريطة الأساس المعدة لتوزيع الظاهرة .
 يتم توقيع الدوائر فى مواضعها المحددة على الخريطة وتقسيدها لبيان الظواهر الفرعية وتزود الخريطة بمقياس للدوائر . (شكل رقم ٢٧)



(شكل رقم ٢٧)

توزيع الأراضي الزراعية فى محافظات الجمهورية اللبنانية

الفصل الثالث

الخرائط الجيولوجية

أولاً : الخرائط الجيولوجية السطحية .

ثانياً : الخرائط الجيولوجية الطباقية :

أ — الخرائط الجيولوجية أفقية الطباقية .

ب — الخرائط الجيولوجية غير أفقية الطباقية .

الخريطة الجيولوجية والجغرافي

توضح الخرائط الجيولوجية التوزيع الجغرافي لأنواع الصخور ونظامها وتؤرخ لها وفقاً للجدول الزمني للأزمنة والعصور الجيولوجية وتعتبر الخريطة الجيولوجية أساساً مهماً في الدراسات الجغرافية الطبيعية منها والبشرية. ففي مجال الجغرافيا الطبيعية تعد الخريطة الجيولوجية عماداً للدراسات الجيومورفولوجية وفي تفسير الظواهر التضاريسية لسطح الأرض. إذ أن معرفة نوع الصخر ونظامه والتراكيب الصخرية مهمة في تفسير مدي تأثير القوي الداخلية أو الحركات التكتونية التي تتعرض لها قشرة الأرض السريعة منها كالهزات الأرضية والثورات البركانية، والبطيئة كالثنيات والشقوق والفواصل والفوالق، كذلك تأثير القوي الخارجية كالتجوية الميكانيكية والكيميائية وعمليات التعرية بأنواعها النهرية والهيوائية والساحلية والجليدية في تشكيل الظواهر الجيومورفولوجية والظواهر التضاريسية المختلفة التي تشكل سطح الأرض في الحيز المكاني الجغرافي. بالإضافة إلى أهمية الخريطة الجيولوجية في التعرف على التطور المتوقع لهذه الظواهر على المدى الزمني. كذلك تفيد الخريطة الجيولوجية في تحديد الكثافة النباتية نظراً للعلاقة بين نوع الصخر وبين نوع وكثافة النبات الطبيعي.

وتتضح أهمية الخريطة الجيولوجية في ميدان الجغرافيا البشرية ففي نطاق الجغرافيا الزراعية تساعد الخريطة الجيولوجية في التعرف على أنواع التربة المختلفة وخصائصها البتروجرافية وتركيبها الكيميائي تبعاً لنوع الصخر التي اشتقت منه. كما تفيد الخريطة الجيولوجية في مجال الدراسات المتعلقة بموارد المياه الأرضية وتحديد الطبقات الحاوية لها ومقدار الخزون فيها والمصادر التي تغذيها، وما لذلك من أهمية خاصة في نطاق الأراضي الجافة وشبه الجافة.

وتفيد الخريطة الجيولوجية في تحديد أنسب المناطق للبحث عن الثروات المعدنية إذ يرتبط وجود المعدن بنوع الصخر، كما ترتبط عمليات التعدين بنظام الصخر مما يوضح أهمية الخريطة الجيولوجية في مجال جغرافية المعادن والصناعة إذ يلعب نوع الصخر دوراً مهماً في توطن بعض الصناعات.

وتعتبر الخريطة الجيولوجية عاملاً مساعداً فى تحديد أنماط ونظم العمران فى الحيز المكاني لما لنوع الصخر من تأثير واضح علي طبيعة العمران وعلي شبكات النقل البرى بصورها المختلفة.

من هذا العرض الموجز تبين أهمية الخريطة الجيولوجية الجغرافية فى تحديد نوع الإستخدام الأمثل للأرض، وكذلك طبيعة الإستغلال المناسب الذى من شأنه أن يحقق قدراً من التنمية الإقتصادية.

أولاً : الخرائط الجيولوجية السطحية

أ - الخرائط الخاصة بتوزيع أنواع الصخور :

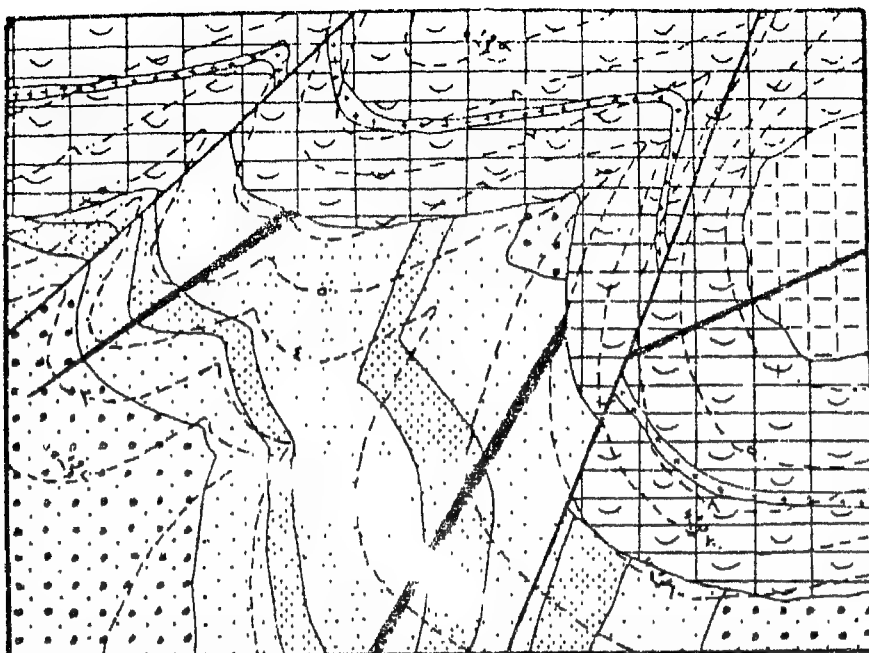
توضح هذه الخرائط الجيولوجية التوزيع الجغرافي للصخور تبعاً للنوع والتي تظهر مكامنها على سطح الأرض في الحيز الجغرافي موضوع الدراسة. ويستخدم في إنشاء مثل هذه الخرائط وقراءتها عدد من رموز المساحة النوعية غير اللفظية ويفضل استخدام الألوان المتناقضة ليدل كل لون على صخر معين والبعض ممن هذه الألوان أو الرموز إصطلاحى متفق عليه خاصة الصخور الرئيسية الأكثر إنتشاراً وتوزيعاً على سطح الأرض ، والبعض الآخر من هذه الألوان أو الرموز غير إصطلاحى وتستخدم للدلالة على توزيع على نوع من الصخور . ويظهر على هذه الخرائط عدد من الرموز الإصطلاحية الخاصة ببيان توزيع التراكيب الصخرية من شقوق وفواصل وفوالق وثنيات (شكل رقم ٢٨) .

ب - الخرائط الخاصة بالتأريخ الجيولوجى :

تتميز هذه الخرائط بتوزيع الصخور في الحيز الجغرافى تبعاً إلى عصر أو زمن النشأة تبعاً للأقسام الجيولوجية المتعارف عليها في التأريخ الجيولوجى للأرض من أزمنة وأحقاب وعهود وعصور وأدوار . وتعتمد هذه الخريطة على استخدام الرمز اللوني النوعى أو أشكال التظليل المتناقض أو الرموز الهجائية . (شكل رقم ٢٩) .

ج - الخرائط الجيولوجية للنوع والتأريخ :

تظهر في هذه الخرائط الصخور موزعة تبعاً لنوع الصخر وتؤرخ له في وقت واحد . ومن ثم فهى تجمع بين الرمز اللوني أو التشكيل التظليلى للدلالة على النوع وبين الرمز الهجائى للدلالة على التأريخ الجيولوجى للنشأة .



مقياس الرسم ١ : ١٠٠٠٠٠

حجر رملي		جرانيت	
جرانيت		كوارتز	
صخور المجمعات		حجر جيري حبيبي	
دولوريت		حجر طيني	
محور فالق			

(شكل رقم ٢٨)

خريطة جيولوجية

أنواع الصخور

(شكل رقم ٢٩)
خريطة جيولوجية
التاريخ الجيولوجي

دليل الخريطة الجيولوجية

يعتبر دليل الخريطة الجيولوجية من الأساسيات التي تمكن من قراءتها ، وهو عبارة عن بيان مرسوم يوضح أنواع الصخور الموزعة على الخريطة . ويرسم دليل الخريطة الجيولوجية على شكل عمود تظهر فيه الطبقات بترتيب يتفق وعمرها الجيولوجي فتظهر الطبقات الأحدث في أعلى العمود الجيولوجي ، وتظهر أقدم الطبقات في نهايته عند القاعدة . وقد يرسم دليل الخريطة الجيولوجية وفقاً لمقياس رسم يوضح التفاوت في السمك بين الطبقات الموزعة على الخريطة ، وغالباً ما يتم رسم العمود الجيولوجي دون التقييد بسمك الطبقات ويكون الهدف منه في هذه الحالة بيان النوع فقط دون السمك .

ويرمز للصخور على الخرائط الجيولوجية باستخدام الألوان المتناقضة عادة حيث أن الصخور تختلف فيما بينها من حيث الشكل الخارجى والخصائص الطبيعية والتركيب الكيميائى وزمن النشأة . وتبين الألوان المتناقضة غير المتدرجة إما نوع الصخر ، أو التأريخ الجيولوجي للصخر .

وتوقع الصخور على الخرائط الجيولوجية وفي دليل الخريطة باستخدام ألوان أصبح بعضها الآن إصطلاحياً شبه متفق عليه ، فالصخور النارية يرمز لها باللون الأحمر ، والصخور المنحولة يرمز لها باللون البنفسجى ، والصخور الرملية يرمز لها باللون الأخضر ، والصخور الحيرية يرمز لها باللون الأزرق ، ويرمز للصلصال باللون الرمادى ، ويرمز للطفل باللون البنى ، ويرمز لنمارل باللون البرتقالى ، ويرمز للكنجلوميرات باللون الأصفر ، ويرمز للتكوينات الفيضية باللون الأخضر الزيتونى . على حين يمكن الإستعانة بأية ألوان أخرى لترمز لأنواع الصخور لا يشترط أن يكون متفقاً عليها بشرط أن ينص عليها في دليل الخريطة .

ويستعان بالأشكال الظليلية كبديل للألوان في توزيع الصخور على الخرائط الجيولوجية ، وكذلك رموز حروف الهجاء . وتوقع الشراكيب الصخرية باستخدام رموز متفق عليها توضح محاور الإنثناءات وإتجاه الميل ودرجته ، ومحاور الفوالق والصدوع وإتجاه رمياتها ، وأسطح عدم التوافق وغيرها . (شكل رقم ٣٠) .

جيس		رمل مفكك	
حجر سلتى		حصى	
صوان		كنجلوميرات	
حجر حيرى صوانى		بريشيا	
مارل		جرىت	
حجر جبرى مارلى		حجر رملى	
صخر نارى كئلى		طفل	
مخخور نارىة		حجر رملى طفلى	
جرانيت		حجر جبرى	
رماد بركانى		حجر رملى جبرى	
اتجاه الميل		طفل جبرى	
محور الصدع		حجر جبرى رملى	
إلتواء محدد		طباشير	
إلتواء مقعر		دولوميت	
سطح عدم التوافق		صلصال	

(شكل رقم ٣٠)

نماذج لبعض الرموز المستخدمة فى الخرائط الجيولوجية

ثانياً : الخرائط الجيولوجية الطباقية

تتصف الصخور الرسوبية عامة بالطباقية وتتوالى الطبقات الواحدة تلو الأخرى فيما يعرف بالتتابع الصخري بحيث يكون ترتيب الطبقات الأقدم يعلوها الأحداث منها . ويعرف السطح الفاصل بين كل طبقتين متتاليتين بـ سطح الانفصال الذى يعتبر سطحاً علوياً للطبقة السفلى الأقدم عمراً وهو نفسه السطح السفلى للطبقة التى تعلو فوقها مباشرة والأحدث منها عمراً . وقد تتداخل مع هذه الصخور الرسوبية بعض تكوينات الصخور النارية أو المتحولة . وقد تظل هذه الطبقات فى وضعها الأفقى وقد تتعرض للثنى لتتخذ وضعاً مائلاً أو رأسياً بفعل الحركات التكتونية وقد تصاب بالتصدع .

أ — الخرائط الجيولوجية أفقية الطباقية :

تظهر الطبقات الأفقية بعد إنحسار البحر عن بيئة الأرساب أفقية بحيث تغطى أحدث وأعلى الطبقات ما تحتها من طبقات أقدم منها عمراً ويفصل بين الطبقات أسطح الانفصال . ونتيجة لتعرض هذه الطبقة العليا لفعل عمليات التجوية والتعرية لا تلبث أن تتشكل لتعطى مظهراً تضاريسياً ما بين مرتفع ومنخفض وما بين إستواء وإنحدار فتتقطع طبقة الغطاء هذه ليظهر على سطح الأرض أجزاء من الطبقات بأسفلها والأقدم منها عمراً ويعرف الجزء الظاهر من الطبقة بمكشوف الطبقة أو ظاهر الطبقة . وكون الطبقات ما رالت فى وضعها الأفقى فإن تقاطع مكشوف الطبقة أو ظاهرها مع سطح الأرض يكون بالتالى أفقياً أى موازياً لخط الإرتفاع المتساوى — خط الكنتور — الذى تقع على منسوبه الطبقة . ومن ثم فإن هذه الطبقة يظهر سطحها العلوى موازياً لخط الإرتفاع المتساوى الرئيسى أو الثانوى الذى يمثل إرتفاع هذا السطح العلوى عن متوسط منسوب سطح البحر أو ما يعرف بمستوى المقارنة ، على حين يظهر السطح السفلى موازياً لخط الإرتفاع المتساوى الذى يقل فى منسوبه عن الخط السابق بمقدار السمك الرأسى لهذه الطبقة وموارياً له .

مما سبق يتضح أنه لإنشاء خريطة جيولوجية توضح مكاشف الطبقات الأفقية يلزم أن تتوفر خريطة أساس كنتورية توضح الأشكال التضاريسية ، يتم

توقيع البيانات الجيولوجية عليها ويفضل أن تكون خريطة الأساس هذه مرسومة بمقياس رسم مناسب يسمح ببيان التوزيع الجغرافي للتتابع الطبقي بالإضافة إلى الشروط التي يجب توافرها في الخرائط .

مثال :

توضح الأرصاد الحقلية الجيولوجية للمنطقة الموضحة على الخريطة الكنتورية (خريطة الأساس) الآتية التابع الصخرى لعدد من الطبقات الأفقية ، ويظهر السطح العلوى لطبقة من الحجر الجيري سمكها ١٠٠ متراً على منسوب ٩٠٠ متراً .

وتقع هذه الطبقة من الحجر الجيري فوق التابع الصخرى للطبقات الأفقية الآتية :

١ — طبقة من الحجر الرملي سمكها ٥٠ متراً :

٢ — طبقة من الطفل سمكها ١٢٥ متراً .

٣ — طبقة من المارل سمكها ١٠٠ متراً .

والمطلوب توقيع مكاشف هذه الطبقات على خريطة الأساس .
(شكل رقم ٣١) .

تعنى أفقية الطبقات الصخرية أن أسطح الانفصال فيما بينها تنطبق على خطوط الإرتفاعات المتساوية — خطوط الكنتور — الموضحة لمناسيب سطح الأرض في المنطقة والمتساوية في مناسيبها معها . أى أن أسطح الانفصال بين الطبقات ستظهر على الخريطة موازية لخطوط الكنتور تبعاً لإرتفاع كل سطح منها . وعلى ذلك يتم توقيع مكاشف الطبقات على النحو التالى :

١ — ينطبق السطح العلوى لطبقة الحجر الجيري على خط الإرتفاع المتساوى

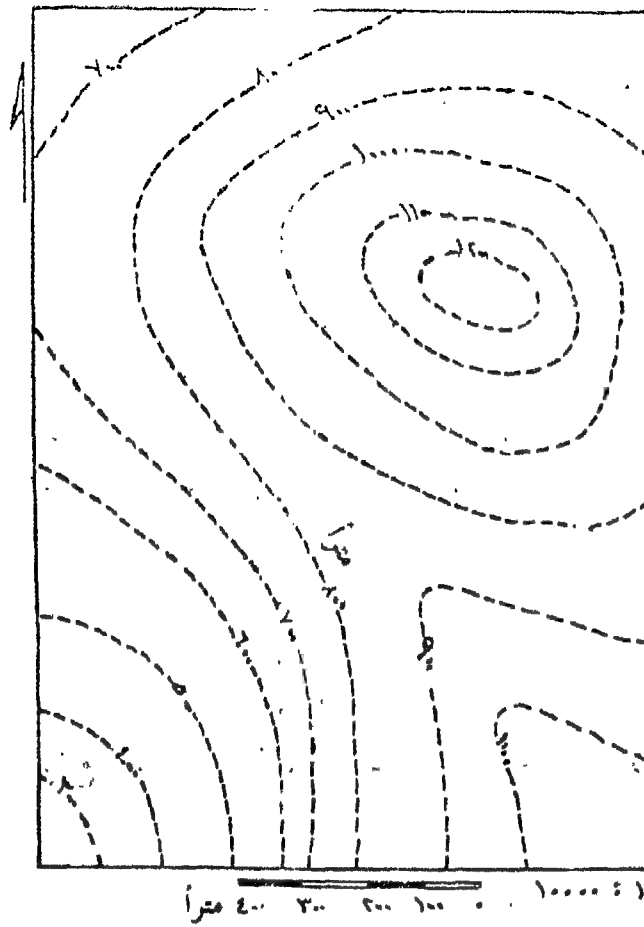
٩٠٠ متراً فيرسم خط متصل يمثل مكشف أو ظاهر السطح العلوى

لطبقة الحجر الجيري منطبقاً على خط كنتور ٩٠٠ متراً على الخريطة .

٢ — يحدد سمك طبقة الحجر الجيري إرتفاع أو منسوب السطح السفلى لها .

وعلى ذلك فإن السطح السفلى لهذه الطبقة ينخفض بمقدار ١٠٠ متراً

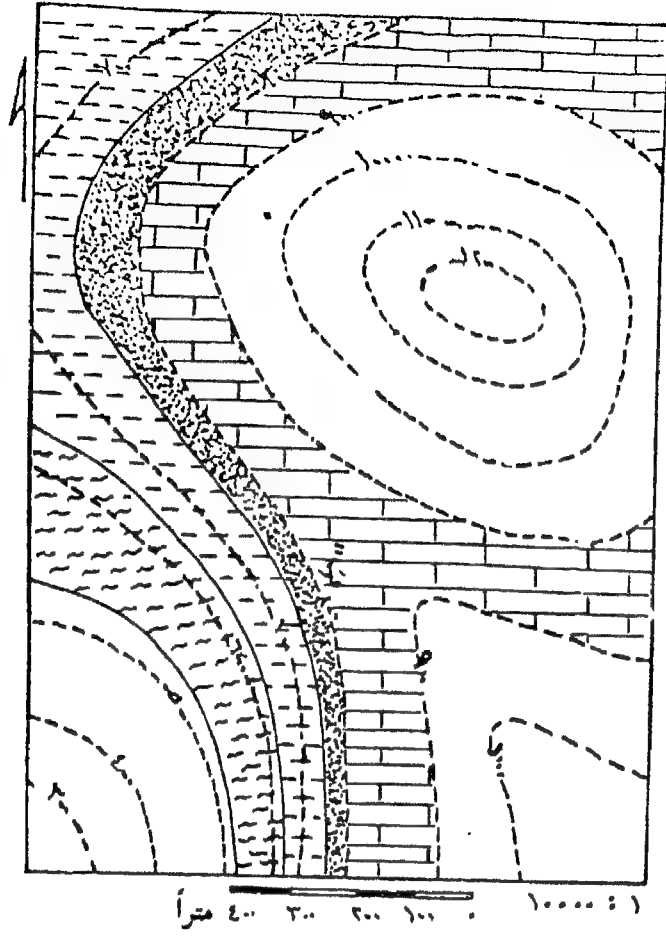
عن سطحها العلوى وهو سمك الطبقة وبذلك يكون سطحها السفلى



(شكل رقم ٣١)
خريطة الأساس

على منسوب (٩٠٠ - ١٠٠ = ٨٠٠ متراً) ومن ثم سينطبق السطح السفلى لطبقة الحجر الجيري على خط الارتفاع المتساوي ٨٠٠ متراً في خريطة الأساس فيرسم خط متصل على طول إمتداد خط كنتور ٨٠٠ متراً ليمثل السطح السفلى لطبقة الحجر الجيري . وبذلك يكون قد تم توقيع مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيري على الخريطة .

- ٣ — تلون أو تظلل المساحة المحصورة بين السطحين العلوى والسفلى بصفه باللون أو الظل الإصطلاحي الذى يدل على الحجر الجيرى ويرمز له بـ دليل الخريطة .
- ٤ — يدل التابع الصخرى على أن طبقة الحجر الرملى تقع أسفل طبقة الحجر الجيرى التى ستق توضع مكشفاً على الخريطة ، ويمى ذلك أن السطح السفلى لطبقة الحجر الرملى هو نفسه السطح العلوى لصفه الحجر الرملى .
- ٥ — يوقع السطح السفلى لطبقة الحجر الرملى بحيث ينخفض فى المنسوب عن السطح العلوى لها بمقدار سمك الطبقة (٨٠٠ - ٥٠ = ٧٥٠ متراً) أى منطقاً على خط الكنتور المساعد — الثانوى — ٧٥٠ متراً على خريطة الأساس بخط متصل ، وبذلك يكون قد تم توقيع ظاهر طبقة الحجر الرملى .
- ٦ — تلون أو تظلل المساحة المحصورة بين السطحين العلوى والسفلى لطبقة الحجر الرملى باللون أو الظل الإصطلاحي الذى يرمز للحجر الرملى على أن يوضح ذلك فى دليل الخريطة وبنفس التابع أى تظهر طبقة الحجر الرملى ومن فوقها طبقة الحجر الجيرى .
- ٧ — يتم توقيع مكاشف بقية الطبقات بنفس الأسلوب حتى ينتهى إنشاء الخريطة الجيولوجية المطلوبة . (شكل رقم ٣٢) .



حجر جيري

حجر رملي

طفل

مارل



(شكل رقم ٣٢)

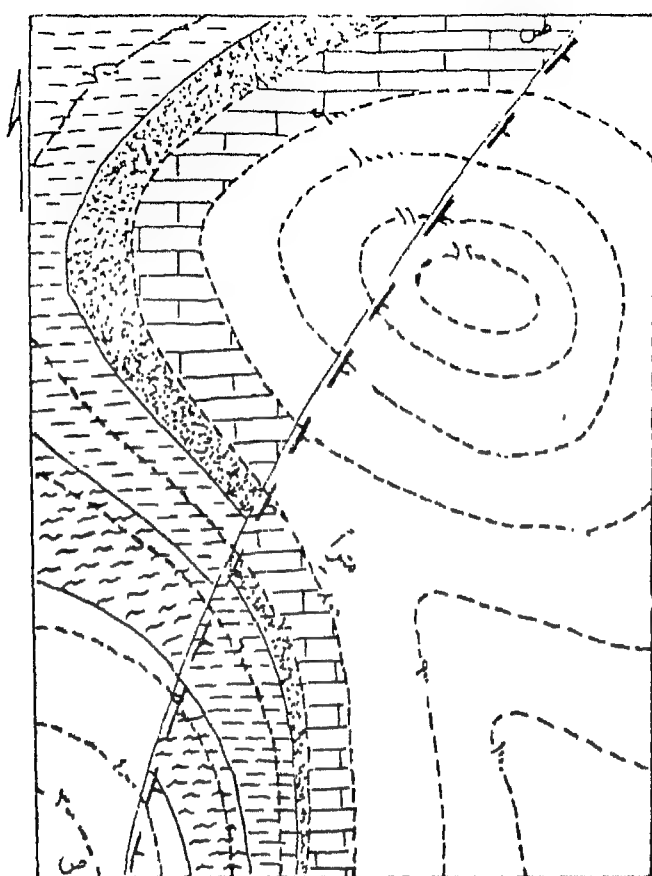
مثال رقم (٢) :

في المثال الأول كانت الطبقات أفقية ومتوازية في كل الخريطة ، وعلى فرض

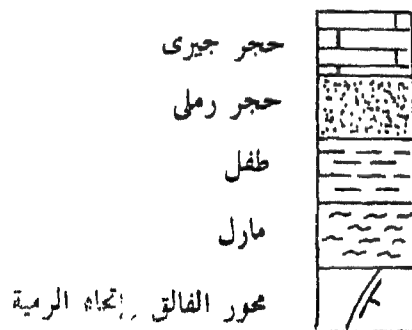
أن الأرصاء الحقلية الجيولوجية قد أوضحت أن المنطقة قد تأثرت بالحرركات التكتونية وأصابها الفالق الذى يمتد محوره على امتداد الخط ص ص المير على الخريطة وكانت رميته السفلى فى إتجاه الشرق ومقدارها ١٠٠ متراً مع بقاء الطبقات أفقية ومتوازية على جانبى الفالق .

فى هذه الحالة يتم إنشاء الخريطة الجيولوجية وتوقيع مكاشف الطبقات على جانبى الفالق موزعة على خريطة الأساس على النحو الآتى :

- ١ — توقع الطبقات الجيولوجية على الجانب الغربى من الفالق بإتباع نفس أسلوب توقيع الطبقات الجيولوجية فى الحالة السابقة حيث أن هذه الطبقات لم يتأثر حنوبها بالفالق .
- ٢ — تأثرت المنطقة التى تقع إلى الشرق من محور الفالق بالهبوط الرأسى بمقدار رمية الفالق أى بمقدار ١٠٠ متراً ، ولما كانت الطبقات الجيولوجية قد ظلت أفقية ومتوازية فإنها توقع على هذا الجانب من الخريطة بحيث تنخفض مناسيب أسطحها جميعاً بمقدار ١٠٠ متراً عن ما هو عليه فى الجانب الغربى من محور الصدع وبذلك يكون السطح العلوى لطبقة الحجر الجيري على منسوب ٨٠٠ متراً بدلاً من منسوب ٩٠٠ متراً والسطح السفلى لها على منسوب ٧٠٠ متراً بدلاً من منسوب ٨٠٠ متراً وهكذا بالنسبة لأسطح بقية طبقات التتابع الصخرى .
- ٣ — توقع مكاشف الطبقات على الجانب الشرقى طبقاً لمناسيبها الأولية نتيجة لتأثرها بالفالق وذلك بنفس أسلوب توقيع الطبقات الجيولوجية الأفقية على الجانب الغربى من الفالق .
- ٤ — يلاحظ أثر الفالق فى توزيع الطبقات الجيولوجية على جانبى محور الفالق الذى يوضح بخط يطابق نظيره فى الطبيعة ويرمز لإتجاه الرمية بالرمز المبين على الخريطة .
- ٥ — تزود الخريطة بالعمود الجيولوجى الذى يشتمل على دليل للرموز الذى تدل على أنواع الصخور وكذلك الرمز الذى يدل على محور الفالق وإتجاه رميته . (شكل رقم ٣٣) .



١٠٠٠٠ ٢٠٠ ٣٠٠ ٤٠٠ متراً



(شكل رقم ٣٣)
الخريطة الجيولوجية النهائية

ب - الخرائط الجيولوجية مائلة الطباقية :

تميل الطبقات الصخرية عن الوضع الأفقى بزاوية رأسية عندما تتأثر هذه الطبقات بالحركات التكتونية فتنتشى . وتعرف الزاوية بين الوضع الأفقى للطبقات وبين وضعها الجديد المائل بزاوية المائل ويحدد إتجاه المائل تبعاً لإتجاه جناح الطية أو الشنية .

ويلزم لتوقيع مكاشف الطبقات المائلة على خريطة الأساس الكنتورية رسم ما يعرف بخطوط المضرب . وينتج خط المضرب من تقاطع سطح أفقى وهمى مع سطح الطبقة ويتميز بأنه مستقيم وذلك لأن سطح الطبقة غالباً ما يكون سطحاً منتظماً ومستوياً . وخط المضرب عبارة عن خط منسرب لسطح الطبقة العلوى أو السفلى ، وتظهر خطوط المضارب على الخرائط على شكل مستقيمتان متوازيتان تتباعد فيما بينهما بأبعاد ثابتة إذا ما كانت الطبقات تميل ميلاً منتظماً وذات أسطح مستوية . ويقاس إتجاه خط المضرب وإتجاه المائل من الشمال المغناطيسى باستخدام البوصلة .

— تكون خطوط المضارب عمودية على إتجاه المائل الحقيقى ، وبإعتبارها خطوط منسوب لأسطح الطباقية فإن مناسيب خطوط المضارب تتناقص فى إتجاه المائل وتزايد فى عكس إتجاه المائل .

— تتحدد نقط ظاهر سطح الطبقة من تقاطع خط المضرب مع خط الكنتور المساوى له فى المنسوب ، وبتوصيل نقط الظاهر أو المكشف يتم توقيع سطح الطبقة على خريطة الأساس .

— تغيير مناسيب خط المضرب الواحد تبعاً لمنسوب سطح الطبقة الذى يتقاطع معها ، ومن ثم فإن خط المضرب الواحد يستخدم فى رسم جميع أسطح التتابع الصخرى للطبقات الجيولوجية التى تميل فى إتجاه واحد ميلاً منتظماً ، ويكون الفرق بين كل منسوب وآخر مساوياً لسملك الطبقة بمعنى أن منسوب خط المضرب المستخدم لتوقيع السطح العلوى لطبقة ما يزيد فى منسوبه بمقدار سملك هذه الطبقة عن منسوب نفس الخط عند توقيع السطح السفلى لنفس هذه الطبقة .

مثال :

على خريطة الأساس (شكل رقم ٥٨) يظهر السطح السفلى لطبقة من الحجر الجيري عند النقطة أ التي تقع على منسوب ١٠٠٠ متراً وكانت زاوية ميل الطبقة عند نقطة أ مساوية ٥٤ " ٣٣ ' ٢٦ ° ، وإتجاه الميل يوضحه الإتجاه المبين على الخريطة ، فإذا كان سمك الطبقة ١٠٠ متراً وكانت تميل ميلاً منتظماً والمطلوب توقيع ظاهر — مكشف طبقة الحجر الجيري .

لتوقيع ظاهر طبقة الحجر الجيري يلزم توقيع سطحها العلوى وكذلك سطحها السفلى ، وذلك من خلال توصيل نقط الظاهر لكل سطح والتي تنتج من تقاطع خطوط المضارب للسطح الواحد مع خطوط الكنتور المساوية لها في المنسوب .

أولاً : توقيع خطوط المضارب على خريطة الأساس :

- ١ — يظهر إتجاه ميل طبقة الحجر الجيري عند نقطة الظاهر أ ، وعلى ذلك يمكن رسم أول خط من خطوط المضرب عمودياً على إتجاه الميل ، وماراً بالنقطة أ التي يظهر عندها ظاهر — مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيري . وتكون قيمة — إرتفاع — منسوب خط المضرب مساوية لمنسوب نقطة الظاهر أ أى ١٠٠٠ متراً .
- ٢ — تتصف خطوط المضارب بأنها متوازية تتباعد عن بعضها البعض بأبعاد متساوية تعرف بالمسافة المضربية . ويتعين حساب المسافة المضربية حتى يتسنى رسم بقية خطوط المضارب .

ويعم ذلك على النحو التالى :

- يربط بين كل من زاوية ميل الطبقة وبين الفترة الكنتورية وبين المسافة المضربية العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :

$$\frac{\text{سنرة الكنتورية (ك)}}{\text{المسافة المضربية (ض)}} = \text{ظل زاوية الميل (م)}$$

$$\frac{\text{ن}}{\text{ص}} = \text{أى ظا م}$$

حيث :

م = زاوية الميل بالدرجات .

ك = الفترة الكنتورية بالمتر .

ض = المسافة المضربية بالمتر .

وعلى ذلك يكون :

$$\frac{100}{\text{ض}} = 26^{\circ} 33' 54''$$

$$\frac{100}{\text{ض}} = 0,4999$$

$$\therefore \text{ض} = \frac{100}{0,4999} = 200 \text{ متراً}$$

$$\therefore \text{المسافة المضربية} = 200 \text{ متراً}.$$

ولما كانت خريطة الأساس مرسومة بمقياس رسم ١ : ٢٠٠٠٠ فإن
المسافة المضربية على الخريطة = $\frac{20000}{20000} = 1$ سم .

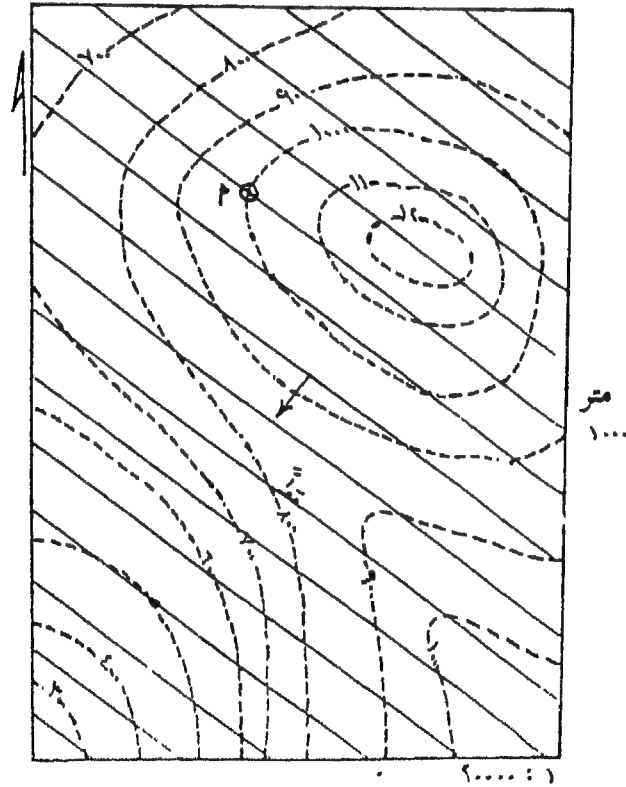
— ترسم بقية خطوط المضارب متوالية وموازية لخط المضرب المرسوم عند النقطة أ عمودياً على اتجاه الميل ، وتتباعد عن بعضها البعض بأبعاد متساوية كل منها يساوى ١ سم .

وبذلك يكون قد تم رسم جميع خطوط المضارب لتغطي كل مساحة خريطة الأساس (شكل رقم ٣٤) .

ثانياً : توقيع ظاهر (مكشف) السطح السفلى للطبقة :

١ — يتم تحديد مناسيب خطوط المضارب إبتداء من خط مضرب نقطة الظاهر أ ويكون منسوبه هو نفس منسوب نقطة أ أى ١٠٠٠ متراً .
تناقص قيم مناسيب خطوط المضارب في اتجاه الميل ، وتزايد مناسيبها في عكس اتجاه الميل بمقدار الفترة المضربية (تساوى الفترة الكنتورية على خريطة الأساس) ومقدارها ١٠٠ متراً .

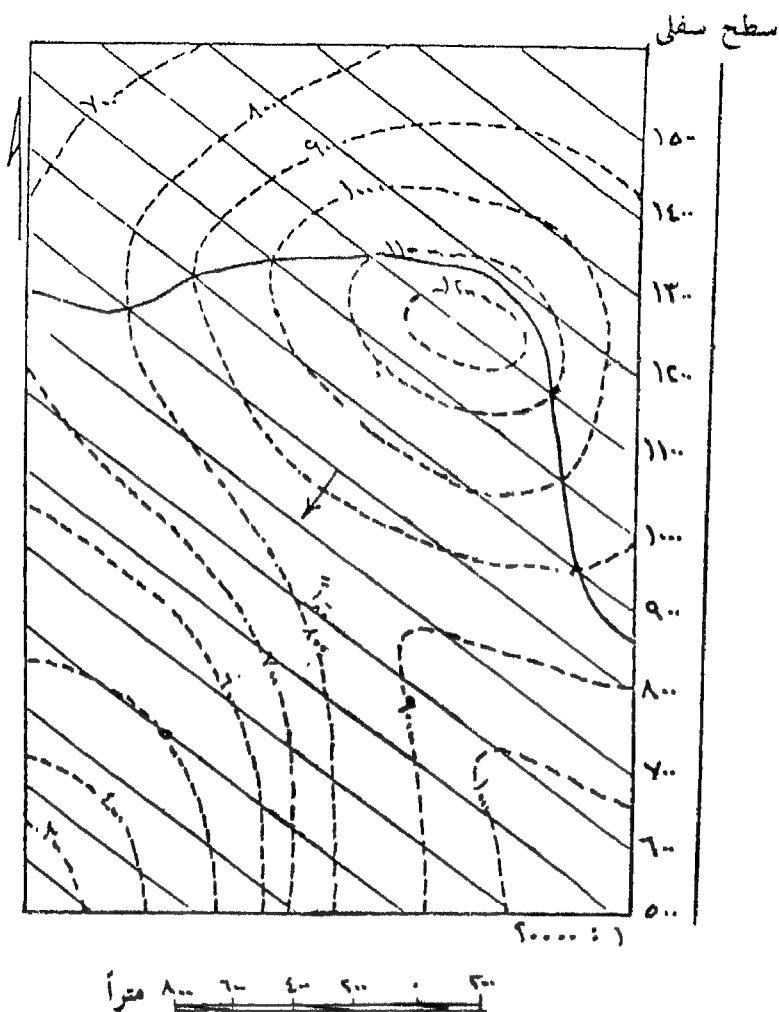
- ٢ — تخص خطوط المضارب بقيم مناسبها هذه ظاهر السطح السفلى لطبقة الحجر الجيري . ويتم تحديد النقط التي يقطع فيها كل خط مضرب خطأ من خطوط الكنتور مساوياً له في المنسوب ، فتكون هذه النقط مكاشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيري على الخريطة .
- ٣ — يتم توصيل نقط ظاهر السطح السفلى لطبقة الحجر الجيري بخط منحنى بشرط أن لا يقطع خط الظاهر أى خط من خطوط المضارب أو من خطوط الكنتور .
- وبذلك يتم توقيع ظاهر السطح السفلى لطبقة الحجر الجيري (شكل رقم ٣٥) .



١٠٠٠ م

(شكل رقم ٣٤)

خطوط المضارب



(شكل رقم ٣٥)
ظاهر السطح السفلى لطبقة الحجر الجيري

ثالثاً : توقيع ظاهر السطح العلوى لطبقة الحجر الجيري :

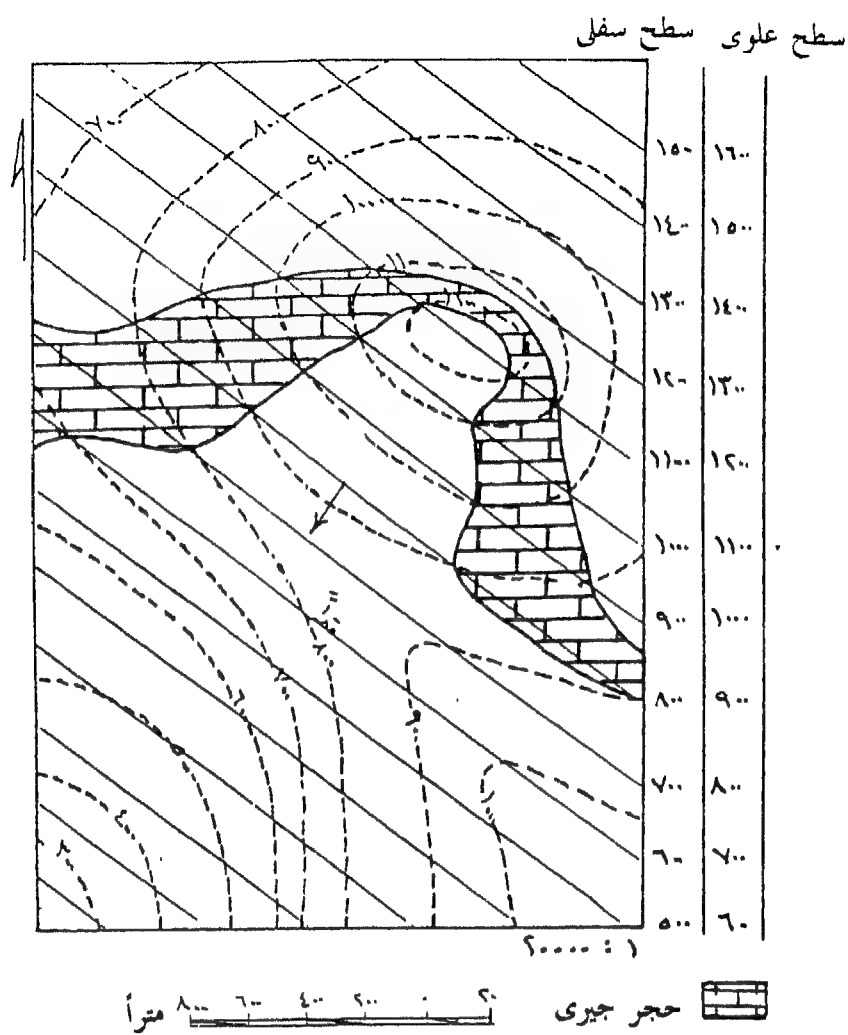
١ — يتم إعادة تقييم مناسيب خطوط المضارب على الخريطة بزيادة قيم مناسيبها بمقدار يعادل سمك الطبقة أى بمقدار ١٠٠ متراً . تصبح خطوط المضارب بمناسيبها الجديدة خاصة بظاهر (مكشف) السطح العلوى لطبقة الحجر الجيري .

٢ — يتم تحديد نقط ظاهر السطح العلوى لطبقة الحجر الجيري وتوقيع المكشف كاملاً بنفس أسلوب توقيع مكشف السطح السفلى للطبقة .

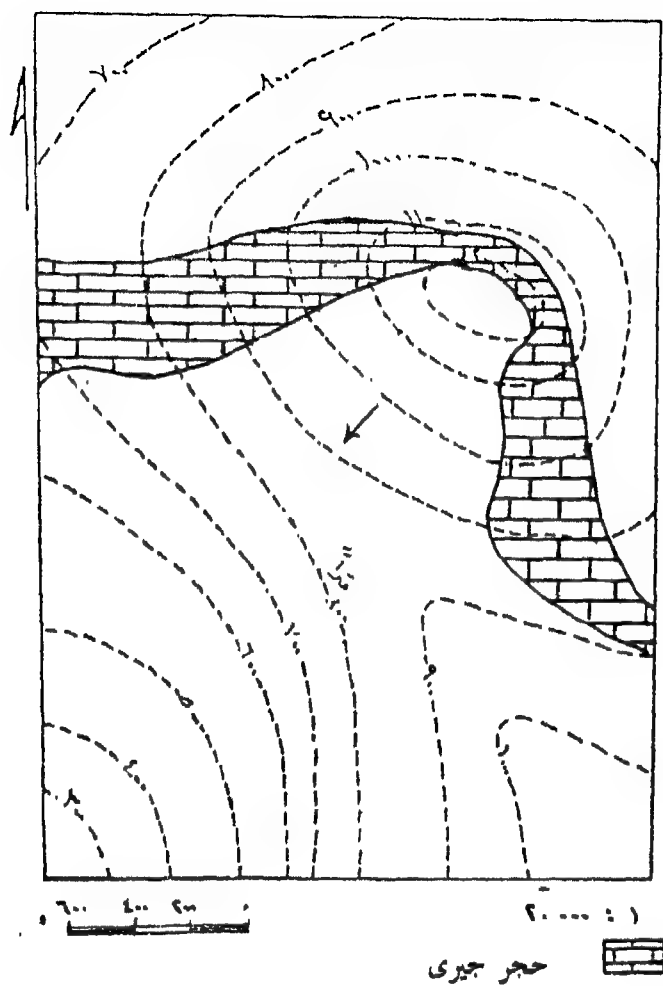
٣ — بذلك يكون قد تم توقيع المكشف الكامل لطبقة الحجر الجيري بسطحها العلوى والسفلى . تلون أو تظلل المساحة المحصورة بين السطحين باللون أو الظل الجيولوجى الذى يدل على صخور الحجر الجيري (شكل رقم ٣٦) .

رابعاً : الخريطة الجيولوجية النهائية :

تعتبر طبقة الحجر الجيري هى موضوع الخريطة الجيولوجية النهائية ، ومن ثم فإن وجود خطوط المضارب لا مبرر له فقد ساعدت فى توزيع الظاهرة موضوع الخريطة وعلى ذلك يتم إزالتها . يتبقى على الخريطة الجيولوجية النهائية طبقة الحجر الجيري واتجاه زاوية الميل ، وتزود الخريطة بكل من دليل الخريطة والمقياس الخطى والعنوان . (شكل رقم ٣٧) .



(شكل رقم ٣)
 ظاهر السطحين العلوى والسفلى لطبقة الحجر الجيرى
 المكشوف الكامل لطبقة الحجر الجيرى



(شكل رقم ٣٧)
 طبقة الحجر الجيري
 (الخريطة الجيولوجية النهائية)

مثال :

يظهر السطح السفلى لطبقة من الحجر الجيري سمكها ١٠٠ متراً عند النقطة أ المبينة على الخريطة . تميل هذه الطبقة عن الوضع الأفقى بزاوية ميل مقدارها ٥٤ " ٣٣ ' ٢٦ ° وفى الإتجاه المبين على الخريطة . تبين من الأرصاد الجيولوجية الحقلية للمنطقة موضوع الخريطة أن المنطقة قد تأثرت بالفالق الرأسى ف ف المبين محوره على الخريطة ، وأن مقدار الرمية السفلى للفالق ١٠٠ متراً فى إتجاه الشرق ، وأن الطبقة منتظمة الميل على جانبى الفالق . والمطلوب توقيع ظاهر (مكشف) طبقة الحجر الجيري على الخريطة .

يعنى تأثر المنطقة المبينة على الخريطة بفالق مع بقاء ميل الطبقة منتظماً على جانبى الفالق أن الطبقة توجد على جانبى محور الصدع على منسولين مختلفين نتيجة للهبوط تحت تأثير الفالق . ويكون الفرق بين منسوى الطبقة الواحدة على جانبى الفالق مساوياً مقدار الرمية ، ويكون جزء الطبقة الأقل منسوباً فى جهة رمية الفالق .

تبين من الأرصاد الجيولوجية الحقلية أن رمية الفالق العليا تقع فى جهة الغرب ، على حين تقع رميته السفلى فى جهة الشرق . يعنى ذلك أن الطبقات على الجانب الغربى للفالق تعلو بمقدار ١٠٠ متراً (مقدار رمية الفالق) عن نظائرها التى تقع على الجانب الشرقى للفالق موضع الرمية السفلى .

لتوقيع ظاهر (مكشف) طبقة الحجر الجيري موضوع الخريطة الجيولوجية تتبع الخطوات الآتية :

١ — يظهر ظاهر (مكشف) السطح السفلى لطبقة الحجر الجيري عند النقطة أ التى تقع على خط كنتور ١٠٠٠ متراً وموضع عندها إتجاه ميل الطبقة ، ومن ثم يمكن رسم أول خط مضرب على خريطة الأساس عمودياً على إتجاه الميل يمر بنقطة أ ، وعلى طول إمتداد الخريطة بغض النظر عن كون المنطقة قد تأثرت بالتصدع .

٢ — تميل الطبقة ميلاً منتظماً على جانبى الفالق بزاوية ميل مقدارها ٥٤ " ٣٣ ' ٢٦ ° ، والفترة الكنتورية على الخريطة مقدارها ١٠٠ متراً ، ومن ثم يتم حساب المسافة المضربية من العلاقة الرياضية :

$$\begin{aligned} \frac{\text{ك}}{\text{ض}} &= \text{ظا م} \\ \frac{100}{\text{ض}} &= 26' 33'' 54 \text{ ظا} \\ \therefore \text{ض} &= \frac{100}{0.4999} = 200 \text{ متراً} \end{aligned}$$

ولما كان مقياس رسم الخريطة ١ : ٢٠٠٠٠ فإن المسافة المضربية (ض) تكون مساوية ١ سنتيمتر على الخريطة .

ترسم بقية خطوط المضارب على خريطة الأساس متوازية ، توازى أول خط مضرب تم توقيعه ، وتتباعد عن بعضها البعض بمسافات متساوية تساوى المسافة المضربية أى ١ سم .

٣ — يتم ترقيم خطوط المضارب لتوقيع ظاهر (مكشف) السطح السفلى لطبقة الحجر الجيري على خريطة الأساس على النحو الآتى :

— يقسم محور الفالق ف ف الخريطة إلى قسمين ، القسم الشرقى موضع الرمية السفلى والقسم الغربى موضع الرمية العليا .
— يظهر ظاهر (مكشف) السطح السفلى لطبقة الحجر الجيري عند النقطة أ التى تقع على الجانب الشرقى للخريطة موضع الرمية السفلى .

— يتم ترقيم خطوط المضارب على الجانب الشرقى لإبتداء من خط المضرب الذى يمر بالنقطة أ ، ومنسوبه هو نفس منسوب النقطة أ أى ١٠٠٠ متراً .

— تتناقص مناسب خطوط المضارب فى إتجاه ميل الطبقة ، وتزايد فى عكس إتجاه الميل .

وبذلك يكون قد تم رسم خطوط المضارب لظاهر (مكشف) السطح السفلى لطبقة الحجر الجيري ، وتحديد مناسيبها فيما يخص الجانب الشرقى من الفالق فقط .

— يعاد تسجيل مناسب خطوط المضارب بزيادة قيمة مناسيبها بمقدار سمك طبقة الحجر الجيري أى ١٠٠ متراً .

وبذلك يتم تحديد مناسيب خطوط المضارب المظاهر (مكشَف) السطح العلوى لطبقة الحجر الجيري على الجانب الشرق من الفائق موضع الرمية السفلى .

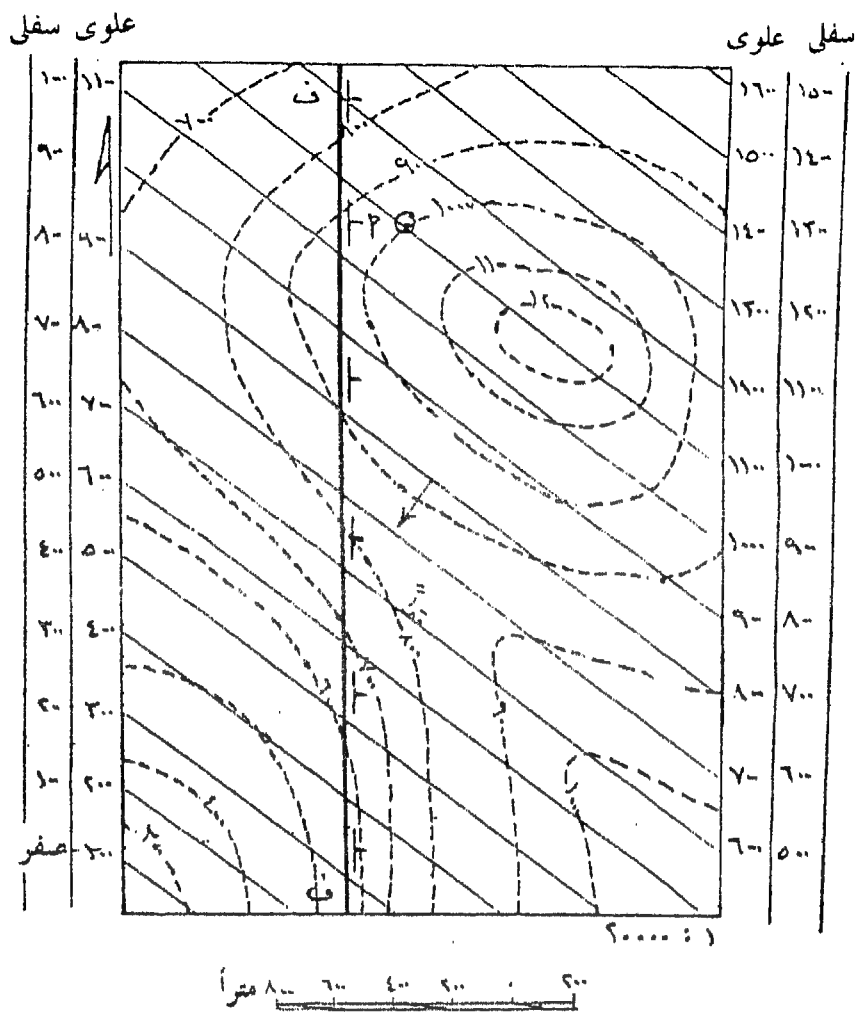
— يتم ترقيم مناسيب نفس خطوط المضارب على الجانب الغربى من الفائق موضع الرمية العليا ، بزيادة مناسيبها بنفس مقدار رمية الفائق ف ف أى ١٠٠ متراً . وعلى ذلك فإن خط المضرب الذى يمر بالنقطة أ على الجانب الشرق من الفائق والذى كان منسوبه ١٠٠٠ متراً لظاهر السطح السفلى ، فإنه يصبح على منسوب ١١٠٠ متراً لظاهر السطح السفلى على الجانب الغربى من الفائق .

— ترقيم مناسيب بقية خطوط المضارب على الجانب الغربى من الفائق بنفس الأسلوب الذى أتبع على الجانب الشرق من الفائق . وبذلك يكون قد تم رسم وتحديد مناسيب خطوط المضارب للجانب الشرق موضع الرمية السفلى ، وللجانب الغربى موضع الرمية العليا . (شكل رقم ٣٨) .

يتم تحديد نقط ظاهر / مكشَف السطحين السفلى والعلوى لطبقة الحجر الجيري فى الجانب الشرق من الخريطة . وهى نقط تقاطع خطوط المضارب مع خطوط الكنتور المساوية لها فى المنسوب . بتوصيل هذه النقط يتم توقيع ظاهر / مكشَف طبقة الحجر الجيري فى موضعها إلى الشرق بين محور الفائق ف ف .

يتم تحديد نقط ظاهر / مكشَف السطحين السفلى والعلوى لطبقة الحجر الجيري باللون أو الرمز الإصطلاحي الخاص برواسب الحجر الجيري (شكل رقم ٣٩) .

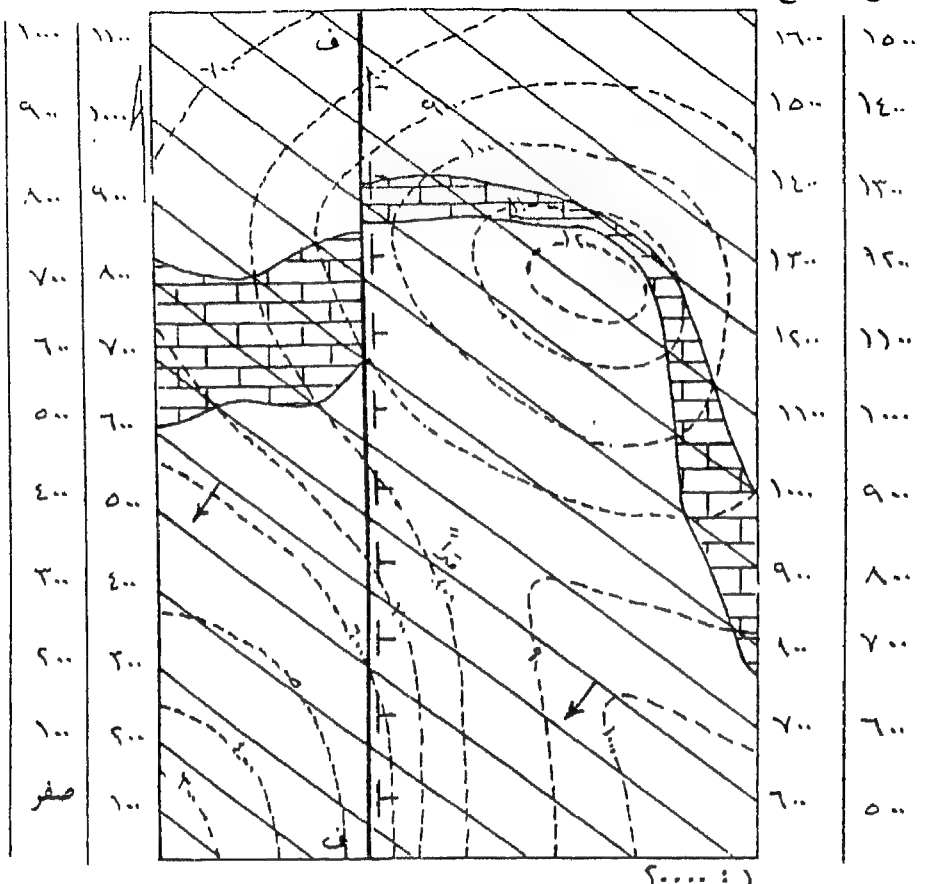
يتم إنشاء الخريطة الجيولوجية النهائية بنقل ظاهر / مكشَف طبقة الحجر الجيري على خريطة أساس وبدون خطوط المضارب . تزود الخريطة بالدليل ومقياس الرسم الخطى والعنوان . (شكل رقم ٤٠) .



(شكل رقم ٣٨)
خطوط المضارب على جانبي الفائق ف ف

سطح علوى سطح سفلى

سطح سفلى سطح علوى



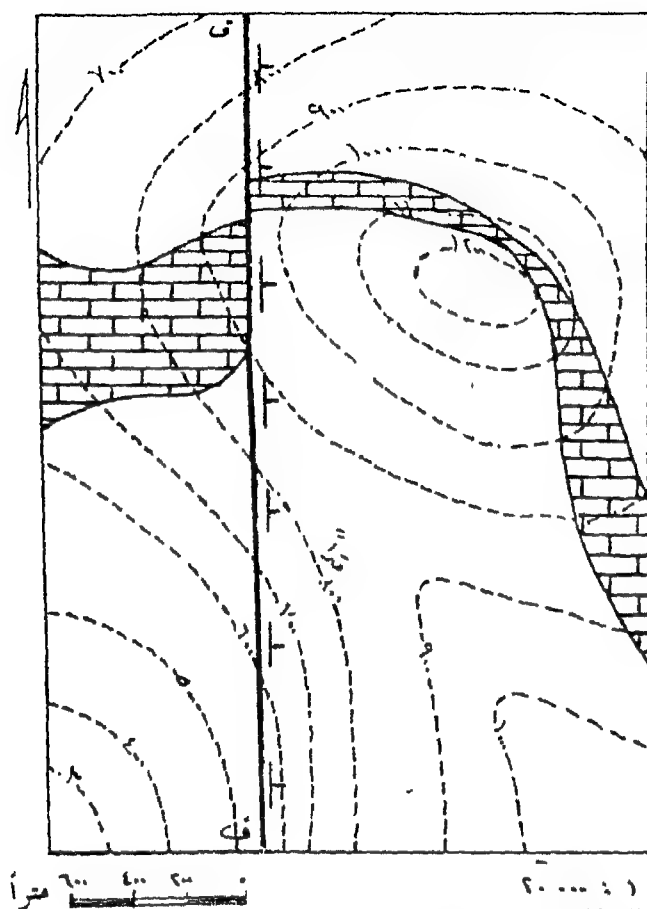
٠ ٢ ٤ ٦ متر

حجر جبرى



(شكل رقم ٣٩)

مكشف طبقة الحجر الجبرى على جانبى الفالق ف ف



حجر جيري



محور الفالق وإتجاه الرمية



(شكل رقم ٤٠)

طبقة الحجر الجيري

(الخريطة الجيولوجية النهائية)

مثال :

يظهر على خريطة الأساس محور طية محدبة ل ل ، ويظهر على جناح الضية الشرق ظاهر السطح السفلى لطبقة من الحجر الجيري سمكها ١٠٠ متراً عند النقطة أ . تميل الطبقة ميلاً منتظماً بزاوية ميل مقدارها ٥٤ " ٣٣ ' ٢٦ ° في الاتجاه المبين عند نقطة أ على الخريطة .

يظهر السطح السفلى لنفس طبقة الحجر الجيري على جناح الطية العرعى عند النقطة ب . تميل الطبقة ميلاً منتظماً بزاوية ميل مقدارها ٠٦ " ٢٦ ' ١٨ ° في الاتجاه المبين عند النقطة ب على الخريطة .

والمطلوب توقيع ظاهر / مكشف طبقة الحجر الجيري كاملاً على الخريطة .

يعنى ظهور محاور الطيات على الخرائط الجيولوجية أن الطبقات تميل على جانبي الطية بزاويتي ميل شبه متساويتان في حالة الطيات المتماثلة ، وغير متساويتان في حالة الطيات غير المتماثلة . ويكون اتجاه الميل في جانب من جانبي الطية مخالفاً لاتجاه الميل على الجانب الثاني للطية . ويرتّب على ذلك أن تنقسم الخريطة الواحدة إلى خريطين منفصلتين تماماً فيما يتعلق بأسلوب توقيع ظاهر / مكشف الطبقات ، تختص كل خريطة منهما بجانب من جوانب الطية . ولتوقيع طبقة الحجر الجيري موصوع الخريطة الجيولوجية على خريطة الأساس تتبع الخطوات الآتية :

أولاً : الجانب الشرق لمحور الطية :

يمثل الجانب الشرق لمحور الطية خريطة منفصلة قائمة بذاتها ، وتميل صخورها بزاوية ميل مقدارها ٥٤ " ٣٣ ' ٢٦ ° واتجاه الميل موضح على الخريطة عند ظاهر الطبقة عند النقطة أ . ويظهر عند نقطة أ ظاهر / مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيري التي يبلغ سمكها ١٠٠ متراً . ولتوقيع ظاهر طبقة الحجر الجيري يتم إتباع الخطوات الآتية :

— ترسم خطوط المضارب بأن يرسم أول حط مضرب على الجانب الشرق من الخريطة ممكناً عمودياً على إتجاه الميل المبين عند النقطة أ ، ويكون

منسوبه مساوياً لمنسوب نقطة ظاهر السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى أ، أى مساوياً ١١٠٠ متراً .

— يتم حساب المسافة المضربية بين خطوط المضارب على الجانب الشرقى للخريطة بمعلومية زاوية الميل فى إتجاه جناح الطية الشرقى ومقدارها ٥٤ " ٣٣ ' ٢٦ ° ، وكذلك الفترة الكنتورية ومقدارها ١٠٠ متراً .

$$\frac{\text{ك}}{\text{ض}} = \text{ظا م}$$

$$\frac{١٠٠}{\text{ض}} = \text{ظا ٥٤ " ٣٣ ' ٢٦ °}$$

$$\therefore \text{ض} = \frac{١٠٠}{٠,٤٩٩٩} = ٢٠٠ \text{ متراً}$$

وبذلك تكون المسافة المضربية على الخريطة مساوية اسم وفقاً لمقياس رسم الخريطة ونسبته ١ : ٢٠٠٠٠٠ .

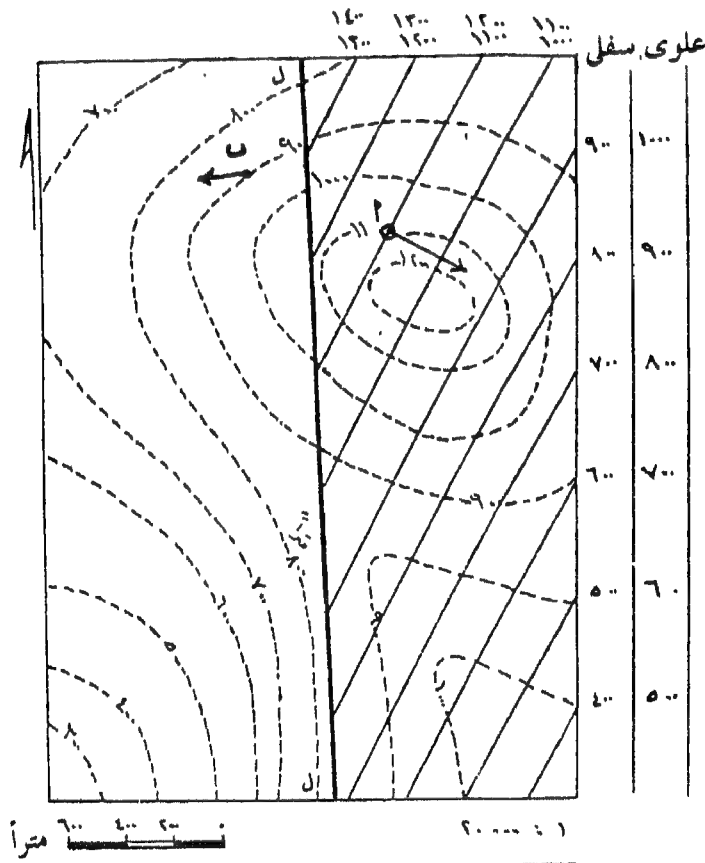
— ترسم بقية خطوط المضارب على الجانب الشرقى من الخريطة متوازية توازى أول خط مضرب تم توقيعه ، وتتباعده عن بعضها البعض بمسافات متساوية تساوى كل منها المسافة المضربية ١ سم .

— يتم ترقيم خطوط المضارب لتوقيع ظاهر / مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى على الجانب الشرقى لمحور الطية بداية من خط المضرب المعلوم منسوبه عند أ . تتناقص مناسيب خطوط المضارب مع إتجاه الميل ، وتزايد فى مناسيبها فى عكس إتجاه الميل .

— تتم زيادة مناسيب خطوط المضارب بمقدار سمك طبقة الحجر الجيرى الذى يبلغ ١٠٠ متراً ، وذلك لتوقيع ظاهر / مكشف السطح العلوى لطبقة الحجر الجيرى على الجانب الشرقى من محور الطية . (شكل رقم ٤١) .

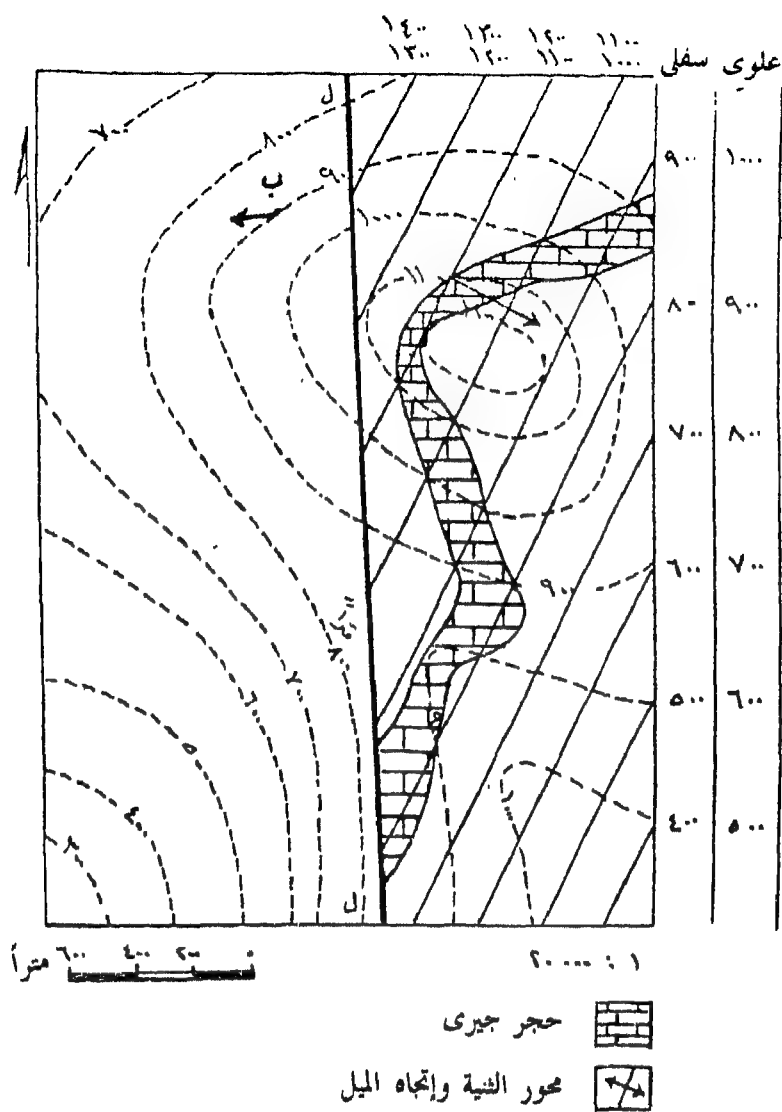
— يتم تحديد نقط ظاهر / مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى عند نقط تقاطع خطوط المضارب بقيمها التى تخص السطح السفلى للطبقة مع خطوط الكنتور المتساوية معها فى المنسوب . ويتوصل نقط الظاهر هذه يتم توقيع ظاهر / مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى بموضعها إلى الشرق من محور الطية المحددة ل ل .

- يتم تحديد نقط ظاهر / مكشف السطح العلوى لطبقة الحجر الجيري عدد
نقط تقاطع خطوط الكنتور المتساوية معها في المنسوب . ويتوصل هذه
النقط يتم توقيع ظاهر / مكشف السطح العلوى لطبقة الحجر الجيري
بموضعها على جناح الطية في الجانب الشرق من الخريطة .
- تلون أو تظلل المساحة بين السطحين السفلى والعلوى للطبقة بالرمز
الجيولوجى المصطلح عليه ليرمز إلى صخور الحجر الجيري . وبذلك يكون
قد تم توقيع الظاهر الكامل لطبقة الحجر الجيري إلى الشرق من محور الضربة
ل ل . (شكل رقم ٤٢) .



(شكل رقم ٤٢)

خطوط المضارب على الجانب الشرق للثبة



(شكل رقم ٤٢)
مكشف الطبقة على الجانب الشرقى للنية

ثانياً : الجانب الغربى لمحور الطية :

يمثل الجانب الغربى لمحور الطية لـ خريطة مفصلة قائمة بداتها ، وتميل صخورها بزاوية ميل مقدارها ٠.٦ " ٢٦ ' ١٨ ، وإتجاه الميل موضح على الخريطة عند ظاهر الطبقة عند النقطة ب . ويظهر عند نقطة ب ظاهر / مكشف السطح السفلى لصفحة الحجر الجيري التى بلغ سمكها ١٠٠ متراً . ولتوقيع ظاهر طبقة الحجر الجيرى يتم إتباع الخطوات الآتية :

— ترسم خطوط المضارب بأن يرسم أول خط مضرب على الجانب الغربى من الخريطة فقط عمودياً على إتجاه الميل الميب عند النقطة ب ، ويكون منسوبه مساوياً لمنسوب نقطة ظاهر / مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى ب ، أى مساوياً ٩٠٠ متراً .

— يتم حساب المسافة المضربية بين خطوط المضارب على الجانب الغربى للخريطة بمعلومية زاوية الميل فى إتجاه جناح الطية الغربى ، ومقدارها ٠.٦ " ٢٦ ' ١٨ ، وكذلك الفترة الكنتورية ومقدارها ١٠٠ متراً .

$$\text{ظا م} = \frac{\text{ك}}{\text{ض}}$$

$$\text{ظا } ٠.٦ " ٢٦ ' ١٨ = \frac{١٠٠}{\text{ض}}$$

$$\therefore \text{ض} = \frac{١٠٠}{٠,٣٣٣٣} = ٣٠٠ \text{ متراً}$$

وبذلك تكون المسافة المضربية على الخريطة مساوية ١,٥ سم تبعاً لمقياس رسم الخريطة ونسبته ١ : ٢٠٠٠٠ .

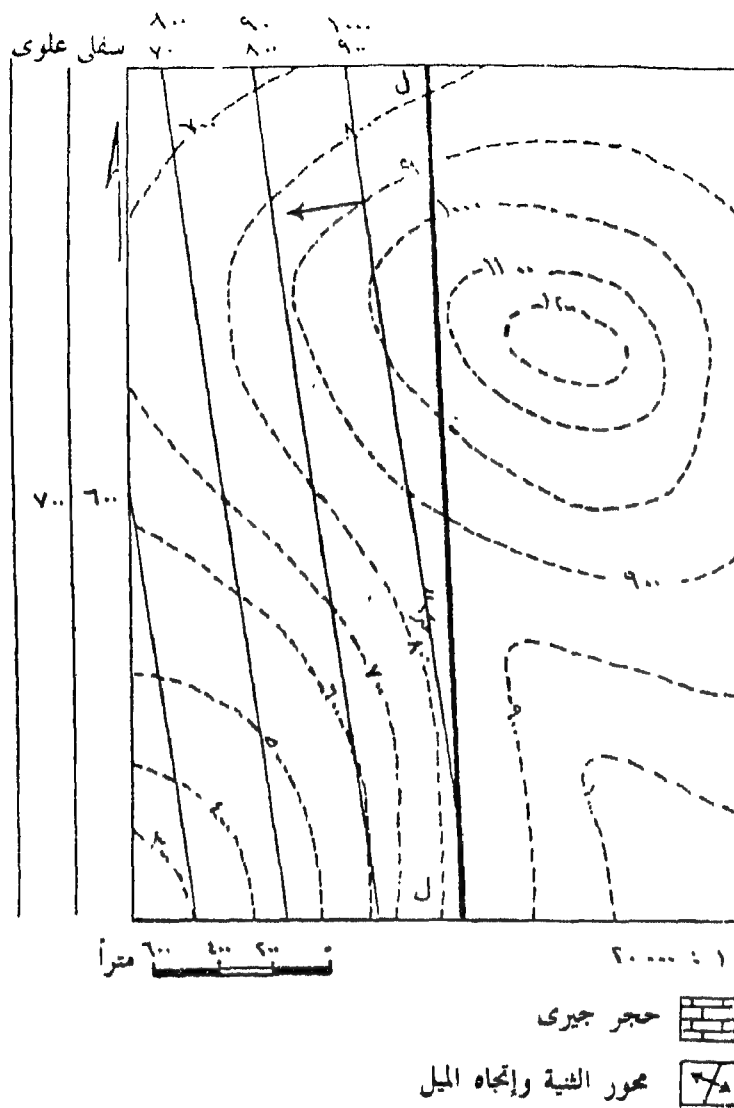
— ترسم بقية خطوط المضارب على الجانب الغربى من الخريطة متوالية توازى أول خط مضرب تم توقيعه ، وتتباعد عن بعضها البعض بمسافات متساوية تساوى كل منها المسافة المضربية ١,٥ سم .

— يتم ترقيم خطوط المضارب لتوقيع ظاهر / مكشف السطح السفلى لطبقة الحجر الجيرى على الجانب الغربى من محور الطية بداية من خط المضرب المعلوم منسوبه عند ب . تتناقص مناسيب خطوط المضارب مع إتجاه الميل ، وتزايد فى مناسيبها فى عكس إتجاه الميل .

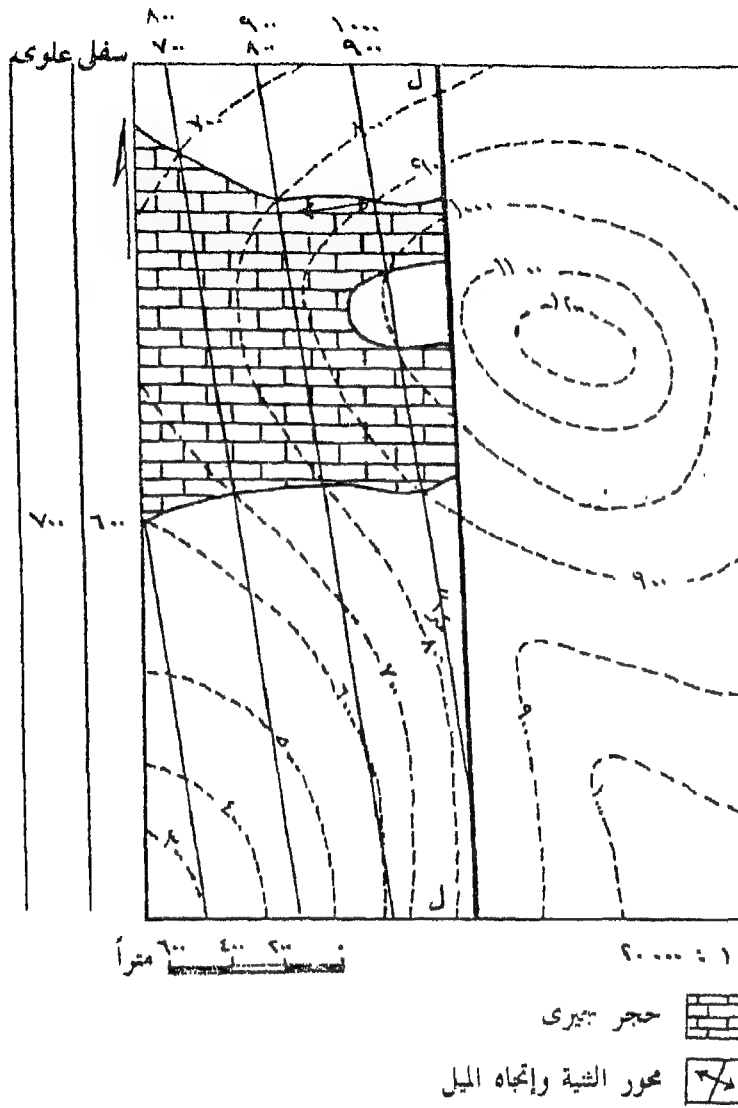
- تتم زيادة ماسيب خطوط المضارب بمقدار يعادل سمك طبقة الحجر الجيري الذى يبلغ ١٠٠ متراً ، وذلك لتوقيع ظاهر / مكشف السطح العلوى لطبقة الحجر الجيري على الجانب الغربى من محور الطية ل ل .
(شكل رقم ٤٣) . ٤٣
- يتم تحديد نقط ظاهر / مكشف السطحين السفلى والعلوى لطبقة الحجر الجيري بنفس الأسلوب الذى إتبع فى توقيعهما على الجانب الشرقى من الخريطة إلى الغرب من محور الطية المحددة ل ل .
- تلون أو تظلل المساحة المحصورة بين السطحين السفلى والعلوى للطبقة بالرمز الجيولوجى الإصطلاحي الخاص بصخور الحجر الجيري . بذلك يكون قد تم توقيع الظاهر الكامل لطبقة الحجر الجيري إلى الغرب من محور الطية ل ل . (شكل رقم ٤٤) .

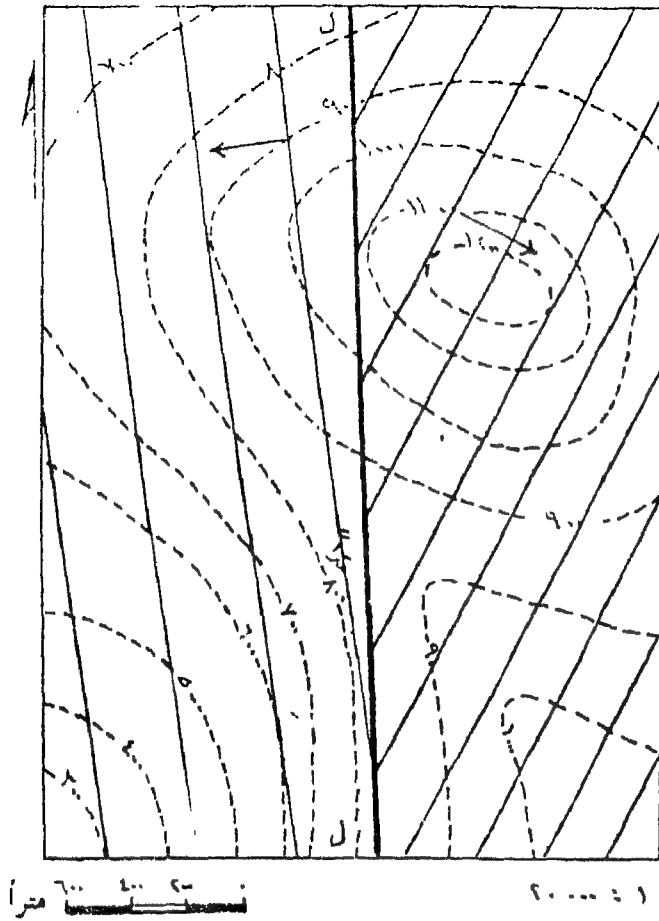
ثالثاً : الخريطة الجيولوجية النهائية :

- يوضح الشكل رقم ٤٥ خطوط المضارب على جانبي محور الطية ل ل ، وهو ما يجب أن يتبع عند إنشاء مثل هذه الخرائط .
- يوضح الشكل رقم ٤٦ ظاهر / مكشف طبقة الحجر الجيري مكتملاً على جانبي محور الطية ل ل .
- ينقل مكشف الطبقة على خريطة أساس دون بيان خطوط المضارب وتزود الخريطة الجيولوجية الناتجة بدليل وبمقياس خطى وكذلك العنوان .
(شكل رقم ٤٧) .



(شكل رقم ٤٣)
خطوط المضارب على الجانب الغربى للشية



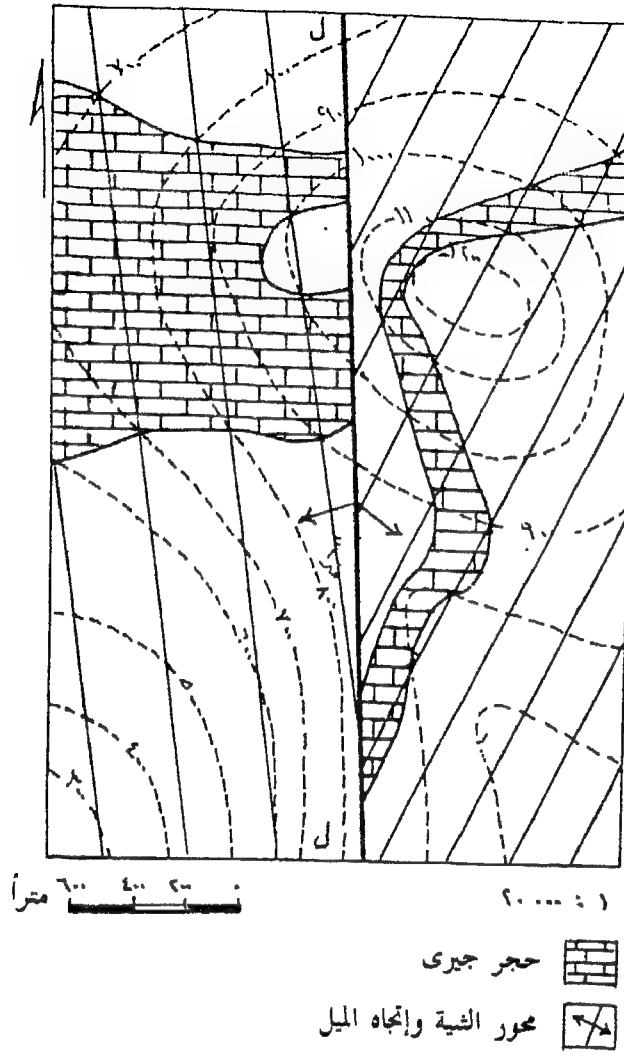


جبرى

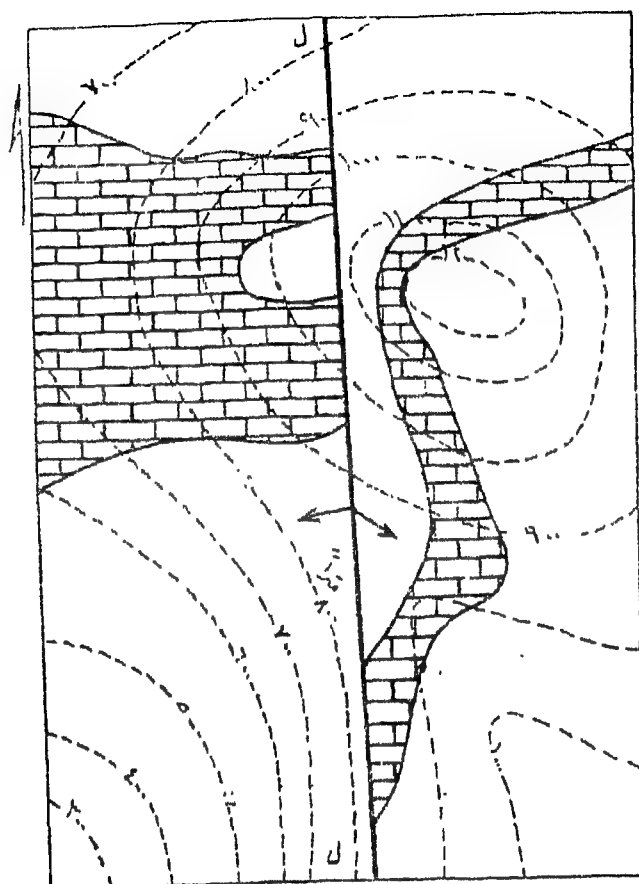
محور الثنية واتجاه الميل

(شكل رقم ٤٥)

خطوط المضرب على جانبى الثنية



(شكل رقم ٤٦)
 ظاهر طبقة الحجر الجيري مع خطوط المضارب



نفساً ٢٠٠ ٤٠٠ ٦٠٠ متراً

٢٠٠٠ : ١

حجر جيري



محور الشية وإتجاه الميل



(شكل رقم ٤٧)

طبقة الحجر الجيري

(الخريطة الجيولوجية النهائية)

الفصل الرابع

أولاً : خرائط التضاريس

ثانياً : الخرائط الطبوغرافية

١ - دراسة خرائط التضاريس

تمثل خرائط التضاريس أساساً للدراسات الجغرافية الخاصة بسطح الأرض ، فهي توضح أشكال سطح الأرض الموجبة منها والسالبة ، التي هي نتاج التفاعل بين الأغلفة المختلفة التي تغلف أرضنا التي نعيش عليها . وتوضح خرائط التضاريس مدى التباين في مناسيب سطح الأرض فيما بينها منسوبة إلى مستوى المقارنة الذي إتفق عليه وهو متوسط منسوب سطح البحر ، فتظهر الإرتفاعات والإخفاضات ، وما لذلك من أثر على الظروف الجغرافية الأخرى ، ومن أهمية في تحديد نمط إستخدام الأرض المناسب الذي يتأثر بدرجة الإنحدار وشكله اللذان يتحكمان في الجريان السطحي ، وطبيعة العمران ، وحركة النقل . ومن ثم كان إهتمام الجغرافى ببيان البعد الثالث إدراكاً منه لأهميته ، وتوزيع أشكال سطح الأرض على خرائط تعتبر أساساً لكل الدراسات الجغرافية الطبيعية والبشرية .

وقد مرت الخريطة التضاريسية بمراحل مختلفة حتى وصلت إلى شكلها الحالى المعروف بحيث توضح التفاصيل ، إلى جانب البعد الثالث أساس خريطة التضاريس .

مراحل تمثيل البعد الثالث على الخرائط :

١ - طريقة الخطوط السمكية :

تمثل طريقة تمثيل البعد الثالث على الخرائط بالخطوط السمكية المرحلة الاولى لبيان التضاريس .

وقد كانت تستخدم هذه الطريقة لتحديد مواقع وإتجاهات المرتفعات ، دون أن توضح طبيعة هذا الإرتفاع أو مناسيب أجزائه أو درجة إنحداره ، ومن ثم فإنها كانت تصور التضاريس بصورة تقريبية . (شكل رقم ٤٨) .



(شكل رقم ٤٨)
جبال قارة أمريكا الجنوبية
(الخطوط السمكة)

٣ - طريقة المنظور الجانبي :

طريقة المنظور الجانبي في تمثيل المرتفعات طريقة احضوط النسيكة بقة تقريبية أيضاً ، تستخدم لتوزيع أشكال سطح الأرض على الخرائط مواقع التوزيع ، وإتجاه الظواهر التضاريسية ، مع إهمال عنصرى وكذلك درجة الإنحدار . ولكنها تتميز عن الطريقة السابقة في أنها ورة تقريبية عن نمط الإنحدار كما يراه الجغرافى ، بحيث يختلف ظل شديدة الإنحدار عن الجوانب هيئة الإنحدار ، على حين تترك ، التى تشغلها الهضاب أو الأراضي السهلية بيضاء دون تظليل .

ريقة نقط المناسب :

على تطور مناهج الدراسات الجغرافية والتحول من الوصف إلى التعليل ، وتطور أجهزة الرفع المساحى والتوصل إلى تحديد إرتفاعات مستوى مقارنة اتفق على أن يكون مساوياً صفراً ، وهو متوسط سطح البحر تقاس منه جميع المناسب إرتفاعاً أو إنخفاضاً . أمكن تحديد مناسب عدد كبير من النقط على سطح الأرض ، وقعت هذه سبها على خرائط على شكل رموز موضع نقطية ، وسجل بجوار منسوبها .

أن مثل هذه الخرائط لا تعطى صورة دقيقة أو كاملة عن تضاريس رافى ، إلا أنها تعد نقطة البداية للوصول إلى خرائط التضاريس الحالية وعلى أساس علمى سليم .

طريقة خطوط الهاشور :

نطوط الهاشور نوعاً من أنواع التظليل بهدف توضيح مدى تضرس هى عبارة عن خطوط قصيرة ترسم في إتجاه الإنحدار نرداد في صر الطول مع زيادة شدة الإنحدار ، ويقل سمكها ويزداد طولها مع ار ولا توجد حيث الأرض المستوية .

ليمان « أول من إستخدم أسلوب خطوط الهاشور في نهاية القرن على إفتراض سقوط الضوء على التضاريس من أعلى ، وبذلك تظهر

الأراضى مستوية السطح مرتفعة كانت أم منخفضة بيضاء خالية من الظلال ، على حين يظهر الظل على الأراضى المنحدرة وتزايد درجته بزيادة درجة الإنحدار وشدته .

وقد إتبع « ليمان » أسلوباً خاصاً في توقيع التضاريس باستخدام طريقة الهاشور ، فقد إستخدم عدداً واحداً من الخطوط في البوصة المربعة الواحدة يزداد سمكها مع ثبات عددها بزيادة شدة الإنحدار .

وقسم ليمان خريطته إلى بوصات مربعة ، وبدأ في تهشيرها بحيث تتناسب المسافة بين خطوط الهاشور تناسباً عكسياً مع شدة الإنحدار ، على أن تلون المناطق التي تزيد فيها درجة الإنحدار عن ٤٥ درجة باللون الأسود تماماً والمناطق المستوية باللون الأبيض .

— على حين يشغل سمك خط الهاشور ثلثي المسافة المخصصة لكل خط إذا ما كانت درجة الإنحدار ٣٠ ° ، إذ تصبح النسبة بين درجة الإنحدار وبين المسافة بين خطوط الهاشور ٣٠ : ١٥ .

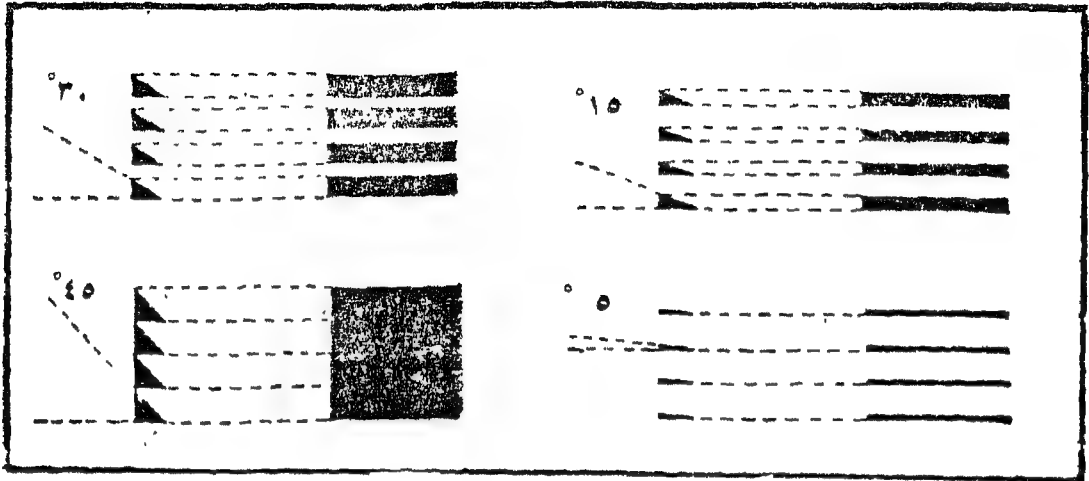
— ويشغل سمك خط الهاشور ثلث المسافة المخصصة لكل خط إذا ما كانت درجة الإنحدار ١٥ درجة ، إذ تصبح النسبة بين درجة الإنحدار وبين المسافة بين خطوط الهاشور ١٥ : ٣٠ .

— ويشغل سمك خط الهاشور ثمن المسافة المخصصة لكل خط إذا ما كانت درجة الإنحدار ٥ درجات ، إذ تصبح النسبة بين درجة الإنحدار وبين المسافة بين خطوط الهاشور ٥ : ٤٠ .

وقد أقتصر إستخدام هذه الطريقة في الخرائط العامة صغيرة المقاييس لتوضيح تضاريس سطح الأرض بصورة تقريبية ، إذ أنها تعمل على تحجيم التضاريس مع إمكانية قياس درجة الإنحدار بصورة تقريبية .

ورغم أن هذه الطريقة لم تعد تستخدم بعد التوصل إلى طريقة خط التساوى ، إلا أنها ما زالت ضرورية لإبراز التضاريس في حالة التضاريس المعقدة شديدة الإنحدار حيث لا يسمح بقياس رسم الخريطة برسم خطوط الكنتور واضحة غير ملتصقة . أو لبيان التضاريس في المناطق التي لم يتم رفعها .

مساحياً رفعاً دقيقاً يمكن من إنشاء الخرائط الكنتورية لهذه المناطق .
(شكل رقم ٤٩) .



(شكل رقم ٤٩)
فكرة « ليمان » في تهشير الخرائط

٤ — طريقة خطوط الكنتور :

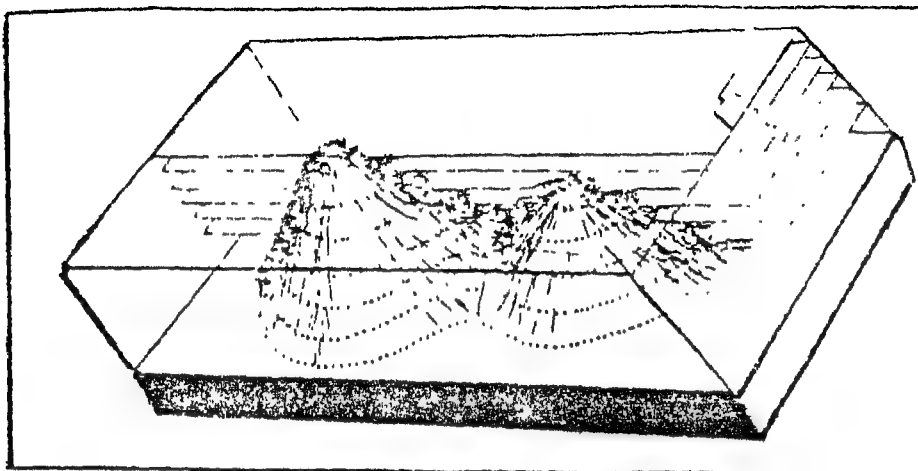
تعد خطوط الكنتور من أنسب الطرق المستخدمة لتمثيل التضاريس على الخرائط منذ بدء إستخدامها لأول مرة في عام ١٧٩١ .

وخط الكنتور هو رمز خطي كمي متساوي القيمة يمر ويربط بين نقط على منسوب واحد .

ولتقريب فكرة خطوط الكنتور نلاحظ الشكل الآتي الذي يوضح محسناً لتلين من الصلصال ، ويوضع الجسم داخل حوض به ماء لمستوى ١٠ سم فإن الخط الذي يمثله تقاطع مستوى سطح الماء مع جوانب التلان يمر بالنقط التي على منسوب ١٠ سم إرتفاعاً من قاعدة الحوض هو خط كنتور ١٠ سنتيمترات .

وبزيادة كمية الماء حتى منسوب ٢٠ سم فإن خط تقاطع مستوى الماء مع

جوانب التلين هو خط كنتور ٢٠ سم وهكذا بالسنة لبقية الخطوط .
(شكل رقم ٥٠)



(شكل رقم ٥٠)

فكرة خطوط الكنتور

— اسلوب إنشاء الخطوط الكنتورية :

ترسم خطوط الكنتور على أساس نقط المناسيب ، وتتوقف دقة خطوط الكنتور على مدى كفاية نقط المناسيب لرسم خطوط كنتورية تمثل المظهر التضاريسي للأرض بصورة صادقة ومعبرة ودقيقة .

ويسبق رسم خطوط الكنتور تحديد الفترة الكنتورية أو الفاصل الرأسى بين كل خط كنتور وآخر ، وهو البعد الرأسى بين خطوط الكنتور أو فرق المنسوب أو فرق الارتفاع .

ويتوقف إختيار هذا الفارق الرأسى على طبيعة تضاريس الحيز الجغرافى ، وعلى مقياس رسم الخريطة ، حتى لا تظهر الخريطة مزدحمة بالخطوط الكنتورية أو تظهر خالية منها . ولذلك فإنه من المهم أن يدقق الجغرافى فى إختيار الفاصل الرأسى قبل إنشاء الخريطة الكنتورية ، وأن يضع فى إعتباره المدى بين أعلى منسوب وأدنى منسوب حتى يحدد عدد الخطوط الكنتورية التى سيوزعها على

الخريطة . وكذلك الغرض الذى من أجله أشعت الخريطة ، بالإضافة إلى مدى تعقد أو بساطة المظهر التضاريسى .

ومن المتفق عليه أن يكون إختيار الفترة الكنتورية بحيث يكون عدد الخطوط متناسباً مع بيان درجة التضرس ، ودون أن تزدحم الخريطة بالخطوط وأن يكون الفاصل الرأسى موحداً فى كل أجزاء الخريطة ، وإن كان من الممكن على الخرائط صغيرة المقياس أن يستخدم أكثر من فاصل رأسى على خريطة واحدة بحيث يتناسب هذا الفاصل طردياً مع إرتفاع سطح الأرض .

— خواص خطوط الكنتور :

- ١ — خطوط الكنتور عبارة عن خطوط مقفلة لا تنتهى عند أى نقطة ولكن ليس ضرورياً أن ينقفل خط الكنتور داخل حدود الخريطة .
- ٢ — من المفروض أن لا تطبق الخطوط الكنتورية على بعضها البعض وإن حدث ذلك ففى حالة الإنحدار الرأسى حيث توجد الحافات الرأسية فى الطبيعة .
- ٣ — لا تتلاقى خطوط الكنتور متباعدة المنسوب لتكون خطأ واحداً ولا يتفرع خط الكنتور إلى أكثر من خط .
- ٤ — لا تتقاطع خطوط الكنتور مع بعضها البعض إلا فى حالة ما إذا كانت تمثل ظاهرة الكهوف .
- ٥ — تظهر خطوط الكنتور على الخريطة التضاريسية فى تتابع يتزايد طردياً فى منسوبه مع إتجاه التضاريس الموجبة ويتناقص طردياً فى منسوبه فى إتجاه الأراضي المنخفضة .
- ٦ — يمثل البعد العمودى بين أى خطين من خطوط الكنتور أعلى درجة إنحدار على حين تقل درجة الإنحدار بإزدياد المسافة الأفقية بين خطي الكنتور المتتاليين .
- ٧ — تتشكل خطوط الكنتور بصور تختص بالأشكال التضاريسية الموحدة على سطح الأرض ومن ثم تفقد فى توضيح هذه الأشكال وتيسر قراءتها .

- ٨ — تمكن خطوط الكنتور من إنشاء القطاعات التضاريسية بمختلف صورها بما يفيد في الدراسات الجغرافية وغير الجغرافية .
- ٩ — تمكن خطوط الكنتور من تظليل أو تلوين الخرائط التضاريسية بالظلال والألوان المتدرجة الإصطلاحية التي تيسر قراءة الخرائط للجغرافيين ولغيرهم من المهتمين بالخرائط .
- ١٠ — تفيد الخرائط الكنتورية في إنشاء الخرائط المجسمة التي توضح البعد الثالث بصورة رأسية تمثل نماذج بارزة للمرتفعات أو المنخفضات .

— خطوط الكنتور ودرجة الإنحدار :

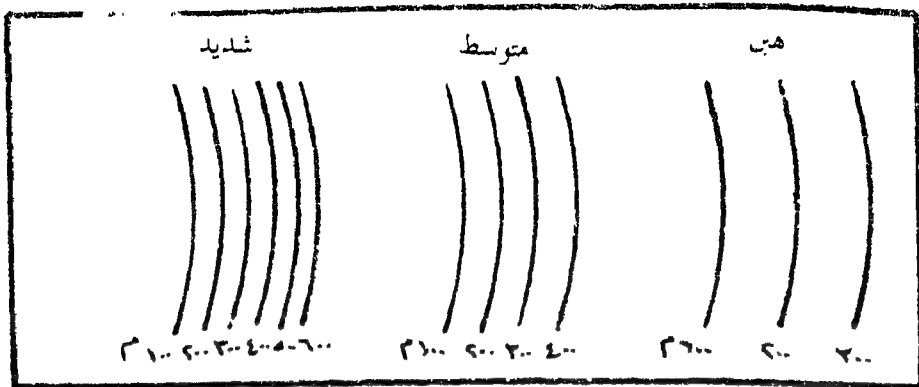
تظهر خطوط الكنتور على الخرائط يفصل الخط عن الآخر مسافة أفقية ، تناسب هذه المسافة الأفقية عكسياً مع درجة الإنحدار فكلما زادت درجة الإنحدار كلما صغرت المسافة الأفقية بين خطوط الكنتور ، ومن ثم تقاربت الخطوط . وكلما خفت درجة الإنحدار كلما تزايدت المسافة الأفقية فيما بينها ، وبالتالي تتباعد الخطوط الكنتورية عن بعضها البعض .

تنقسم أنواع إنحدارات سطح الأرض بصفة عامة إلى :

أ — إنحدار منتظم :

وفيه تكون درجة إنحدار سطح الأرض شبه ثابتة على طول أجزاء المنحدر من بدايته إلى نهايته وتظهر خطوط الكنتور لتمثل هذا النوع من الإنحدارات بحيث تتباعد عن بعضها البعض بمسافات أفقية شبه متساوية .

ويمكن أن نميز ثلاثة أنواع من الإنحدارات المنتظمة هي الإنحدار المنتظم الشديد والإنحدار المنتظم المتوسط والإنحدار المنتظم الهين .
(شكل رقم ٥١) .



(شكل رقم ٥١)

أنواع الإنحدار المنتظم

وتتناسب المسافة الأفقية فيما بين خطوط الكنتور مع تساويها تقريباً مع شدة الإنحدار ، فتظهر الخطوط شديدة التقارب في حالة الإنحدار الشديد ومتباعدة بعض الشيء في حالة الإنحدار المتوسط ، ومتباعدة في حالة الإنحدار الهين أو الخفيف .

ب — إنحدار غير منتظم :

وفيه تختلف درجة الإنحدار على طول المنحدر ما بين الشدة والخفة . ويمكن أن نميز بين نوعين من هذه الإنحدارات غير المنتظمة : الإنحدار المقعر والإنحدار المحدب :

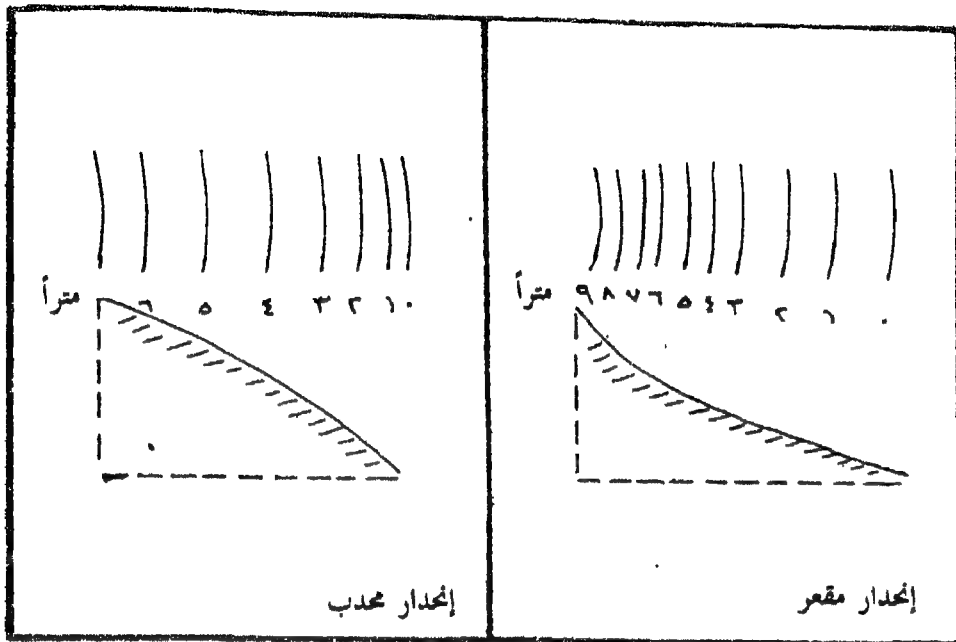
١ — الإنحدار المقعر :

وفيه تختلف شدة الإنحدار على طول المنحدر بحيث يكون الإنحدار شديداً عند قمة المنحدر وخفيفاً عند قاعدته ، وبذلك تظهر خطوط الكنتور متقاربة أعلى المنحدر وتباعد عند القاعدة . (شكل رقم ٥٢ — أ) .

٢ — الإنحدار المحدب :

وتختلف درجة الإنحدار على طول أجزاء المنحدر بحيث يكون الإنحدار

خفيفاً عند القمة وشديداً عند القاعدة ، فتظهر خطوط الكنتور متباعدة أعلى المنحدر ومتقاربة عند قاعدته . (شكل رقم ٥٢ - ب) .



(شكل رقم ٥٢ - ب)

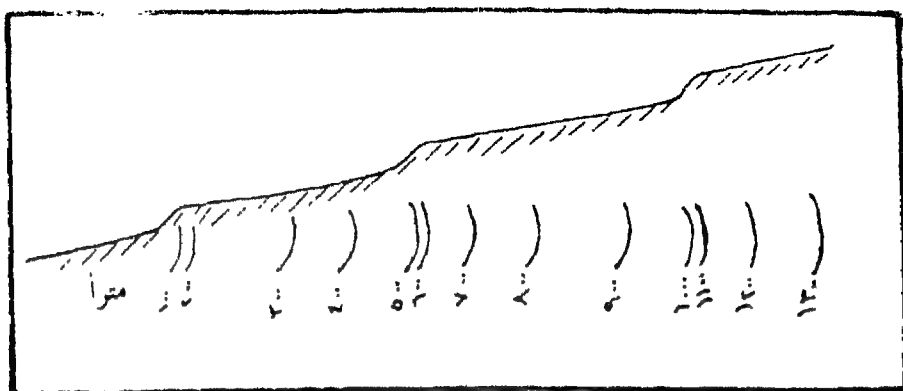
(شكل رقم ٥٢ - أ)

ج - الإنحدار السلمي :

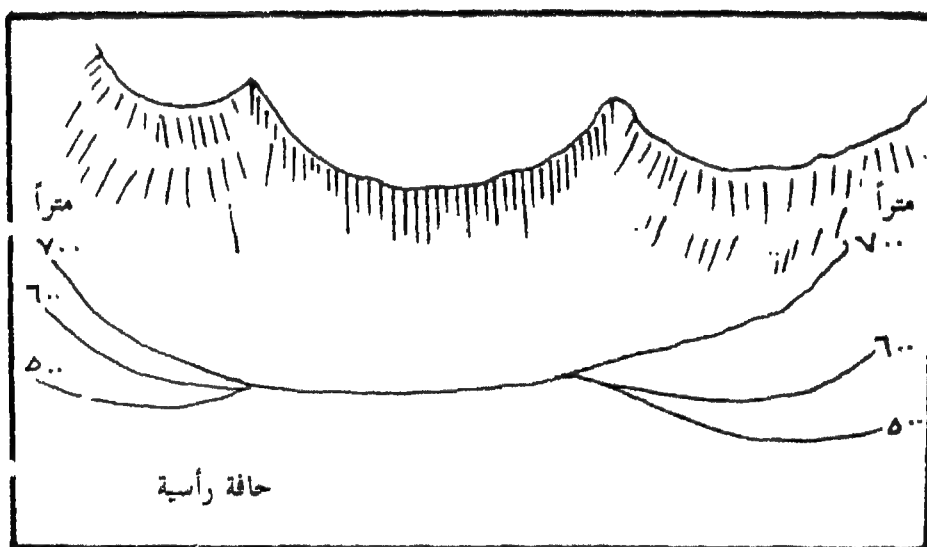
ونلاحظ تغير درجة الإنحدار لعدة مرات على طول أجزاء المنحدر ما بين الإنحدار الشديد وبين الإنحدار الهين وفيه تظهر خطوط الكنتور متقاربة ثم متباعدة في تكرار يتفق وشكل المنحدر . (شكل رقم ٥٣ - ج) .

د - الإنحدار الرأسى :

ويظهر عند الحافات الرأسية وفي هذه الحالة تظهر خطوط الكنتور وقد تطابقت الكنتور فوق الآخر رغم اختلاف مناسبتها لتكون خطاً واحداً ينطبق على موضع الحافة الرأسية . (شكل رقم ٥٤ - د) .



(شكل رقم ٥٢ - ج)



(شكل رقم ٥٢ - د)

الظواهر التضاريسية بخطوط الكنتور

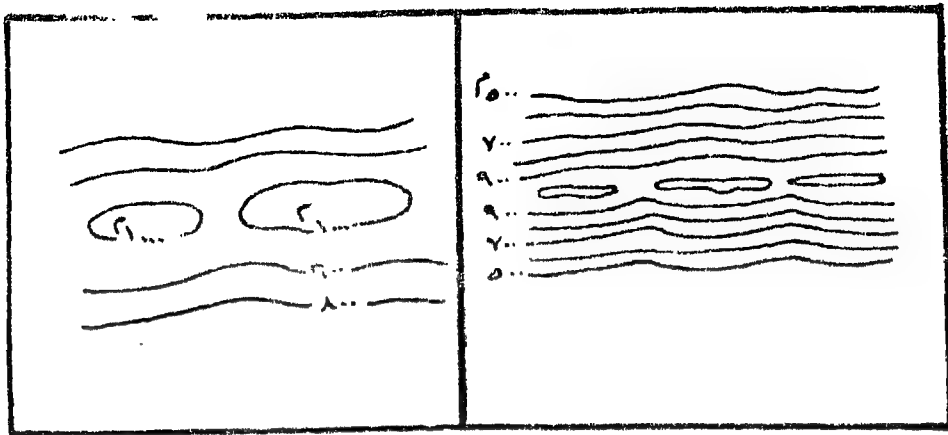
تتخذ الخطوط الكنتورية أشكالاً تتفق والظواهر التضاريسية أصبحت معلومة للجغرافي بحيث يمكنه تصور ظاهرات سطح الأرض من مجرد قراءة الخريطة الكنتورية ، بل ويمكنه أن يتعرف على طبيعة الصخور وظروف المناخ وعنصر التعرية السائد في المكان الذي تمثله الخريطة ، كذلك يمكنه باستخدام الخريطة الكنتورية التعرف على شكل الأرض قبل فعل عوامل التشكيل ، ومن ثم يستطيع أن يضع تصوراً لما سوف تصبح عليه هذه الأشكال التضاريسية مستقبلاً بفرض استمرار الظروف المناخية السائدة .

وفيما يلي عرض لنماذج من أشكال سطح الأرض وصورتها على الخريطة باستخدام الخطوط الكنتورية .

أولاً : المرتفعات وأشكالها :

أ — سلاسل الجبال :

تتخذ السلاسل الجبلية عدة أشكال في الطبيعة وتختلف أشكال خطوط الكنتور التي تمثلها باختلاف أشكالها . (شكل رقم ٥٣) :

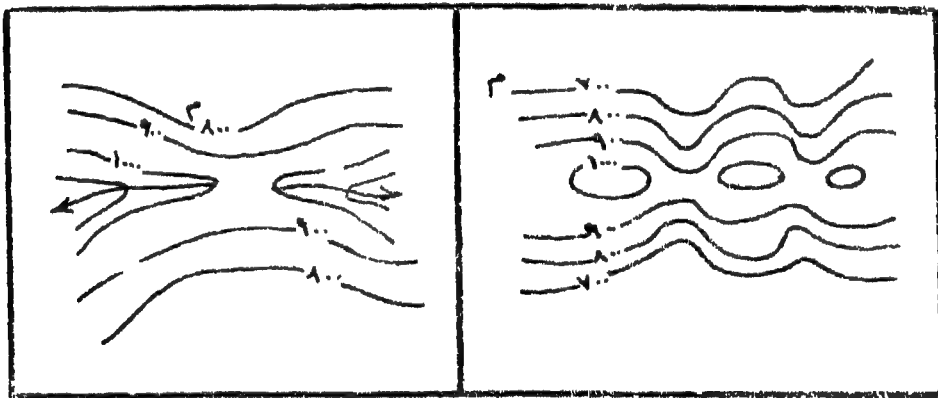


سلاسل جبلية متسعة القمة

وتتكون من مجموعة من الجبال تمتد
متجاورة لمسافات كبيرة ويكون
إتساعها كبيراً عند القمة .

سلاسل جبلية حادة القمة

وتتكون من مجموعة من الجبال تمتد
متجاورة لمسافات كبيرة ويكون
إتساعها محدوداً عند القمة .

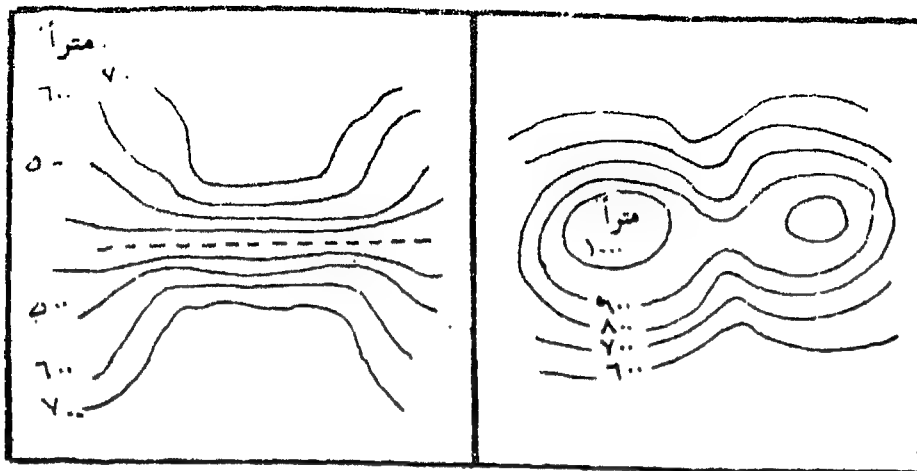


الممر الجبلي

وهو عبارة عن منحصر يصل بين
أعالي الأودية الهريفة التي تقطع
السلاسل الجبلية

سلاسل جبلية متقطعة

وهي عبارة عن سلاسل جبلية
تقطعها عوامل التعرية إلى عدد من
الجبال تمتد متجاورة على خط
واحد .



الخانق

وهو عبارة عن منطقة منخفضة بين مرتفعين وتتميز بشدة إنحدار جوانبها .

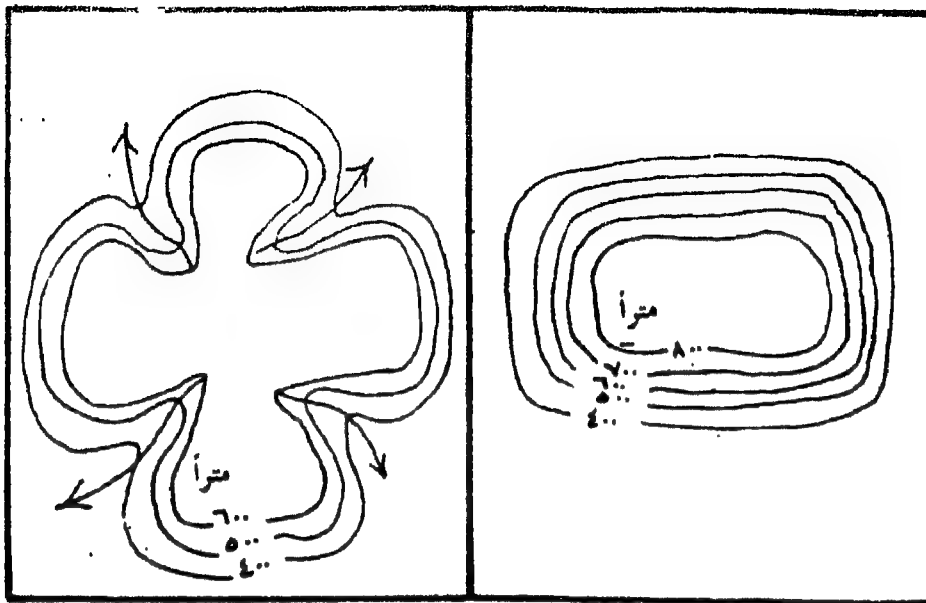
الرقبة

وهي عبارة عن منطقة منخفضة نسبياً بين قمتين مرتفعتين .

(شكل رقم ٥٣)

ثانياً : الهضاب :

تمثل الهضبة شكلاً تضاريسياً مرتفعاً يتميز بسطح شبه مستو وبجوانب منحدره ، وهذه هي الهضبة البسيطة أو الهضبة المستوية . ونتيجة لفعل عوامل التشكيل من تجوية وتعرية يتشكل سطح هذه الهضاب وجوانبها لتتحول إلى ما يعرف بالهضبة المقطعة أو الهضبة الناضجة وعلى ذلك فإن كلا منهما تتخذ مظهراً مميزاً بخطوط الكنتور . (شكل رقم ٥٤) .



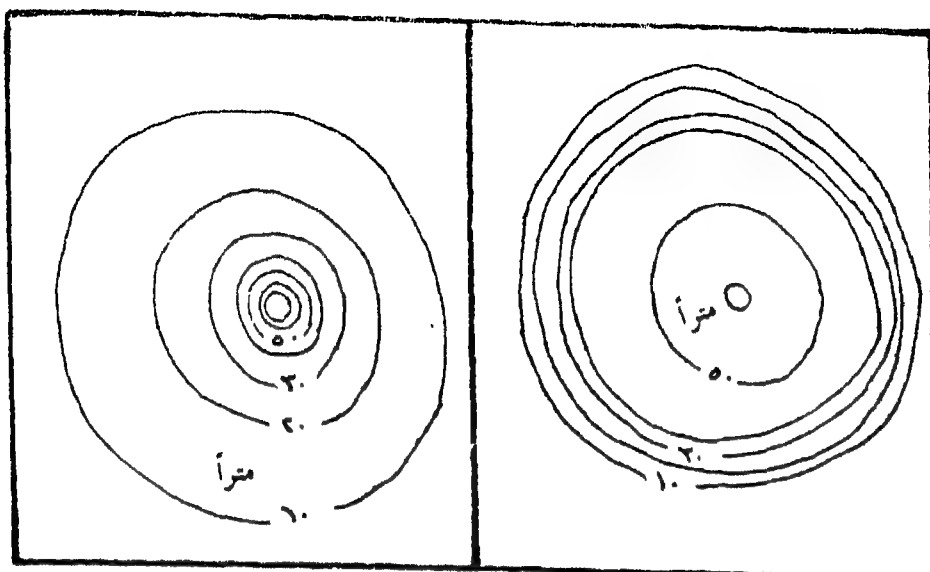
هضبة ناصجة قطعها مجموعة من
الأنهار .

هضبة مستوية يظهر سطحها
المستوى خالياً من خطوط
الكتنور .

(شكل رقم ٥٤)

ثالثاً : التلال :

يقصد بالتلال المناطق صغيرة المساحة متوسطة الارتفاع تتخذ أشكالاً منها
المحذب القبائى الشكل ومنها المخروطى هرمى الشكل، ويختلف شكل خطوط
الكتنور تبعاً لشكل التل وإن كانت تظهر مقفلة على نفسها محددة لموضع التل
وموضحة لإتساع قاعدته وأيضاً إرتفاعه . (شكل رقم ٥٥) .



التل المقعر

وتنخذ جوانبه إنحداراً مقعراً وتظهر
خطوط الكنتور متباعدة عند قاعدة
التل ومتقاربة عند قمته .

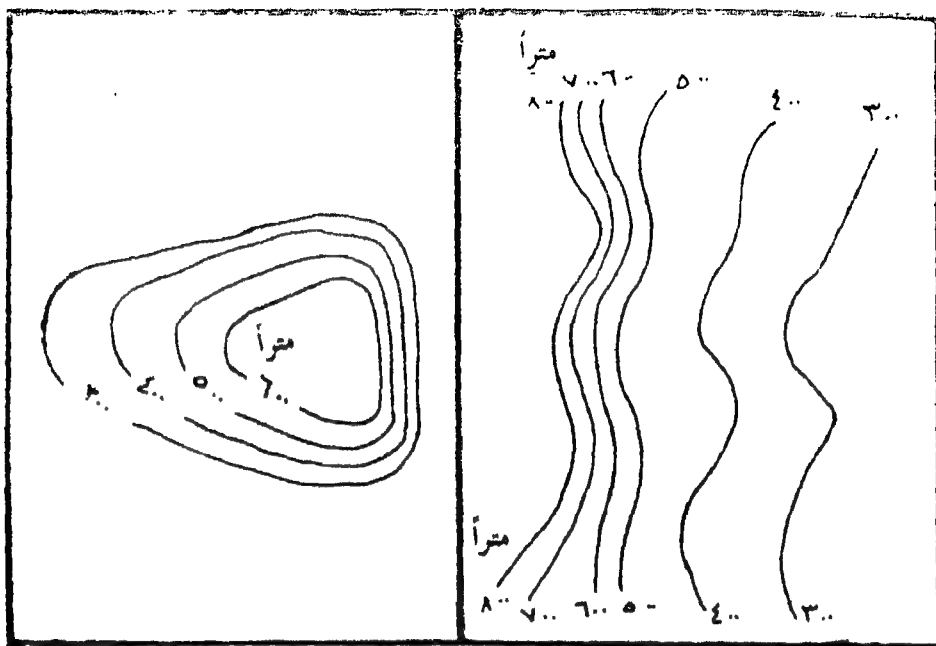
التل المحدث

وتنحدر جوانبه في إنحدار محدب
وتظهر خطوط الكنتور متقاربة عند
قاعدة التل ومتباعدة عند قمته .

(شكل رقم ٥٥)

رابعاً : الحافات :

تمثل الحافات واجهات منحدره تنحدر إنحداراً شديداً نسبياً إلى أراضي
سهلية ومن هذه الحافات الجبلية تلك الحافات التي تعرف بالكويستات .
(شكل رقم ٥٦) .



الكويستا

عبارة عن حافة شديدة الانحدار من جانبها (واجهة الكويستا) وهي الانحدار من الجانب المقابل (ظهر الكويستا) ويظهر ذلك من المسافات بين خطوط الكنتور .

حافة جبلية

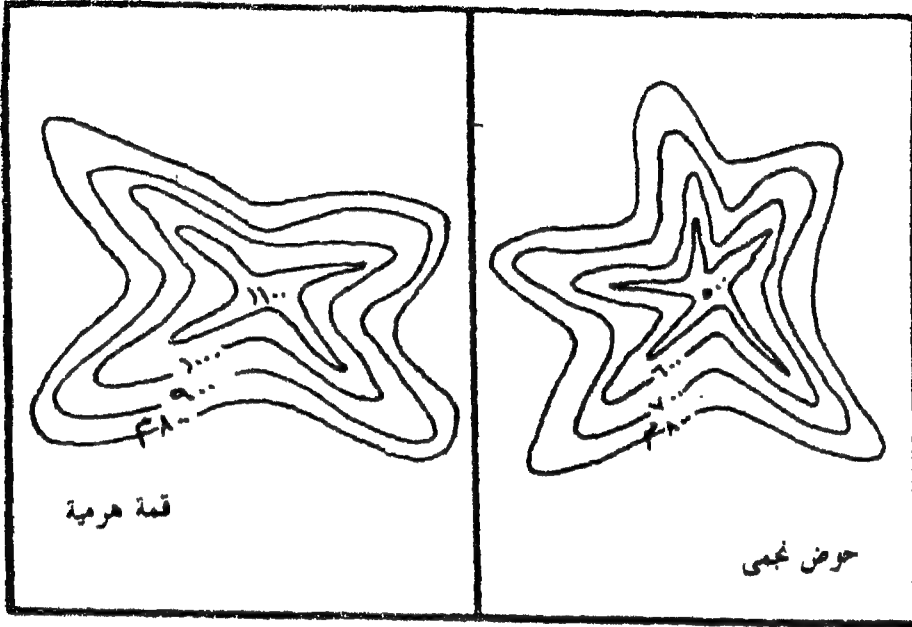
وهي عبارة عن واجهة جبلية تتقارب عندها خطوط الكنتور تشرف على أرض سهلة تتباعد فيها الخطوط الكنتورية .

(شكل رقم ٥٦)

خامساً : الأحواض والمنخفضات :

تظهر الأحواض والمنخفضات على الخرائط التضاريسية باستخدام خطوط الكنتور تكاد تماثل الأراضي المرتفعة والسلاسل الجبلية والتلال ، مع فارق مهم وهو ترقيم خطوط الكنتور لبيان المناسيب . فنلاحظ أن الحوض تظهر حده به

محددة بخط كنتور بمنسوب بداية المنخفض ثم تتدرج مناسيب خطوط الكنتور في إتجاه قاع الحوض أو المنخفض بتدرج متناقص تبعاً لانخفاض المنسوب وحتى قاع الحوض أو المنخفض . (شكل رقم ٥٧) .



رغم أن الشكل الظاهر يكاد يتشابه إلا أن مناسيب سطح الأرض تأخذ في التناقص من حدود الحوض في إتجاه القاع ، على حين أن مناسيب خطوط الكنتور تتزايد في إتجاه قمة المرتفع الهرمي الشكل .

(شكل رقم ٥٧)

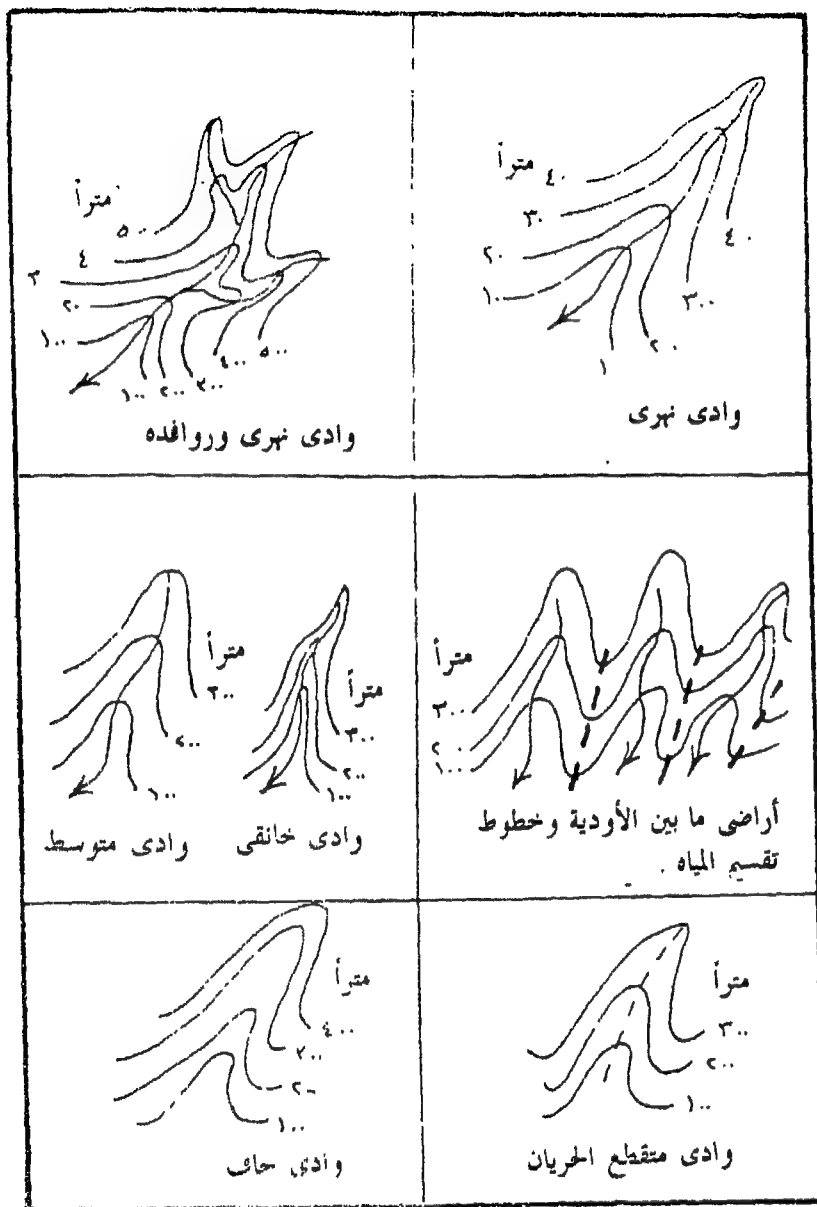
سادساً : الأودية النهرية :

تظهر الأودية النهرية الحالية ، أو السابقة على الخرائط بخطوط الكنتور ينحني الكنتور الأقل منسوباً داخل الكنتور الأعلى منسوباً في إتجاه المنابع ، ويكون خط المجرى هو الخط الذي يصل بين رؤس هذه المنحنيات أو الشيات . وتوافق هذه الشيات في مدى وشكل إنحنائها مع المرحلة التي تميز النهر ، فكلما كانت الشيات مدببة دلت على أن النهر ما زال في مرحلة التضيق أو

مرحلة الشباب ، أو أن النهر يقطع مضقة ذات صخور صلبة . وكذا إتسعت هذه الشيات وإتخذت الشكل المقعر دلت على أن النهر في مرحلة الكهولة . أو أنه يقطع منطقة مستوية ذات صخور لينة . كذلك تختلف الشيات عند المنصب عنها عند المنابع فهي تزداد إتساعاً بالإتجاه نحو المنصب .

وهكذا نستطيع أن نتعرف على النهر وإمتداده وإتساع واديته والمرحلة التي يمر بها من مراحل الدورة الجيومورفولوجية ، وغيرها من المعلومات الخاصة بطبيعة أنواع الصخور ودرجة الإنحدار وشكل شبكة التصريف النهري .

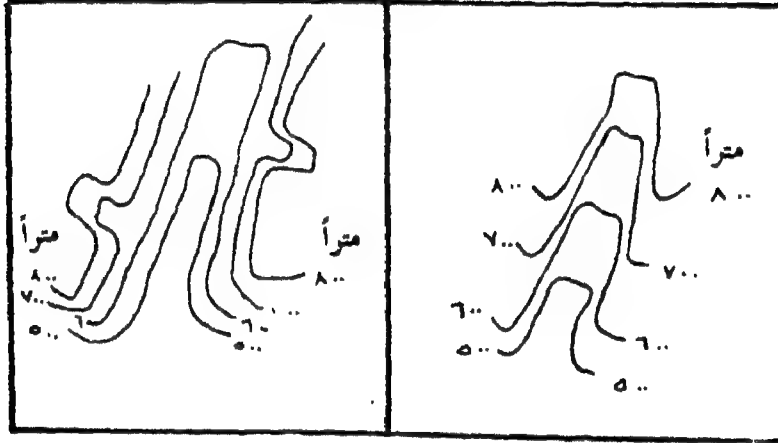
كما نلاحظ أن التعرية النهرية تترك بصماتها عند تغير ظروف المناخ من المناخ الرطب إلى المناخ الجاف ، حيث تحف الأنهار وتبقى أوديتها لتعطي تأكيداً على تغير الظروف المناخية . وتعرف في هذه الحالة بالأودية الجافة أو متقطعة الجريان . وتختلف عن الأودية دائمة الجريان بأن المجارى النهرية ترسم بخطوط كاملة متصلة حيث الأنهار ، على حين ترسم أماكن المجارى السابقة بخطوط متقطعة في حالة الجريان المتقطع ، وبخط نقطى أولاً ترسم على الإطلاق في حالة الأودية الجافة ، على حين تظهر الخطوط الكنتورية متماثلة في الحالات الثلاثة .
(شكل رقم ٥٨) .



(شكل رقم ٥٨)

سابعاً : الأودية الجليدية :

تمثل الأودية الجليدية في مظهرها بخطوط الكنتور الأودية النهرية فيسأ عد أن شكل ثنيات خطوط الكنتور يتفق وطبيعة الوادى الجليدى الذى يتخذ شكلاً رأسى الجوانب أفقى القاعدة كما تظهر مع الأودية الجليدية روافدها التى تعرف بالأودية المعلقة . (شكل رقم ٥٩) .



وادى جليدى وروافده
من الأودية المعلقة .

وادى جليدى

(شكل رقم ٥٩)

تسمية الخرائط الطبوغرافية

يعتبر الإغريق القدماء أول من استخدم تعبير طبوغرافيا . وتعنى كلمة أو مصطلح طبوغرافيا عند الإغريق القدماء تلك الخرائط التى تعرض لشكل الحيز المكاني ، على حين تعنى بكلمة طبوغرافيا حديثاً وصف مظاهر سطح الأرض . وينقسم الجغرافيون فى رأى حول المقصود بمظاهر سطح الأرض التى يجب أن توضحها الخرائط الطبوغرافية ، فيميل البعض منهم إلى جعل هذا التعبير مقصوراً على وصف مظاهر سطح الأرض الطبيعية وبمعنى أدق وصف تضاريس المكان . على حين يرى البعض الآخر من الجغرافيين أن مصطلح طبوغرافيا إنما يعنى وصف مظاهر سطح الأرض الطبيعية والبشرية التى تميز الحيز المكاني موضوع الخريطة ، وتبعاً لما يسمح بقياس رسمها بتوزيعه وبيانه . ويتفق الغالبية من الجغرافيين مع هذا الرأى ، فالخريطة الطبوغرافية الحديثة بمقياس رسمها المتوسط بين الخرائط العامة صغيرة المقياس ، وبين الخرائط التفصيلية ذات المقياس الكبيرة تسمح بتوزيع وبيان معظم مظاهر سطح الأرض الطبيعية والبشرية داخل الحيز المكاني .

وتتراوح مقياس رسم الخرائط الطبوغرافية عادة بين مقياس الرسم ١ : ٢٥٠٠٠ وبين مقياس الرسم ١ : ٢٥٠٠٠٠ ، على حين تعد الخرائط الطبوغرافية المرسومة بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠٠٠ خرائط وسطاً بين أنواع الخرائط الطبوغرافية ، فهى تجمع بين العمومية وبين بعض التفاصيل المهمة فى عرضها للظواهر الجغرافية المختلفة .

الظواهر الجغرافية على الخرائط الطبوغرافية

أولاً : الظواهر الطبيعية :

تهتم الخريطة الطبوغرافية فيما توضحه من ظواهر جغرافية بإبرار مدى تضرس الحيز المكاني موضوع الخريطة ، وتظهر أشكال الأرض المرتفع منها والمنخفض . كما تبين الخرائط الطبوغرافية عنصر إنحدار سطح الأرض فتقدم وصفاً عن درجة الإنحدار وعن أنواع الإنحدارات المختلفة . وتستخدم خطوط الإرتفاعات المتساوية — خطوط الكنتور — كرمز خطي له مدلول كمي في تمثيل وتوزيع الظواهر التضاريسية على الخرائط الطبوغرافية . ويتيح ذلك لقارئ الخريطة الطبوغرافية التعرف على الشكل العام لسطح الأرض . كما تمكن من قياس درجة الإنحدار وتحديد نوعه . وقد يستعان بطرق مساعدة أخرى إلى جانب خطوط الكنتور لإظهار بعض التفاصيل الخاصة بالتضاريس التي قد يتعذر بيانها وإبرازها بواسطة خطوط الكنتور . ويساعد ذلك قارئ الخريطة من المتخصصين أو من غير المتخصصين على تصور وتفهم طبيعة التضاريس في الحيز الجغرافي موضوع الخريطة . وتتأق أهمية ذلك لما للتضاريس من أثر واضح على النشاط البشري وعلى أشكال وأنماط إستخدام الإنسان للأرض ، وكذلك سبل الإستغلال الأمثل . ويعد إستخدام طريقة نقط المناسب إلى جانب خطوط الكنتور أمراً مألوفاً في الخرائط الطبوغرافية . وتفيد نقط المناسب في بيان الإرتفاعات الشاهقة وكذلك المنخفضات العميقة التي قد تقع بين خطين متتاليين من الكنتور ، ومن ثم لا تظهر على الخريطة . ويستعان بطريقة خطوط الهاشور إلى جانب خطوط الكنتور ، ونقط المناسب وذلك لبيان بعض الظواهر التضاريسية محدودة الإمتداد المساحي التي لا يسمح بقياس رسم الخريطة أو الفترة الكنتورية المستخدمة ببيان تفاصيلها بوضوح . وتعد التلال الصغيرة ، والكومات الرسوبية ، والدالات الخروطية والمروحية من أمثلة هذه الظواهر التضاريسية . وتفيد خطوط الهاشور أيضاً في إبراز شدة وطبيعة الإنحدارات ، وفي إضفاء قدر من التجسيم وحسن التصوير لبعض الظواهر التضاريسية مثل الحافات شديدة الإنحدار . والجروف ، والحلبات الجليدية ، والمخاريط البركانية .

ترسم الخطوط الكتورية على الخرائط الطبوغرافية عادة باللون البني ندى يعد لوناً إصطلاحياً . وغالباً ما تستخدم الألوان المتدرجة في تلوين المساح المحصورة بين الخطوط الكتورية المتتابعة بحيث تبرز في وضوح التعبير والإنتان من منسوب إلى آخر ، وكذلك بيان المستويات متساوية المنسوب .

وتتدرج الألوان المستخدمة في الخرائط الطبوغرافية ابتداء من اللون الأخضر بدرجاته إلى اللون الأصفر الداكن نسبياً بدرجاته ثم اللون البني بدرجاته أيضاً . وقد يستخدم اللون البنفسجي في إبراز القسم شاهقة الارتفاع ، كما يستخدم اللون الأبيض في بيان القسم شاهقة الارتفاع ذات القلنسوات الثلجية .

ويتيح إستخدام اللون المتدرج لقارىء الخريطة الطبوغرافية أن يميز بين الأراضي السهلية وبين الأراضي متوسطة المناسيب ، وبينهما وبين المناطق المرتفعة . كذلك تمكن الخريطة الطبوغرافية من التعرف على درجة تضرس الخير المكاني موضوع الخريطة .

وتوضح الخرائط الطبوغرافية نظم الجريان السطحي في المنطقة موضوع الخريطة ، وذلك بإستخدام رمز الخط النوعي في توزيع شبكات التصريف النهرى ، مثل مجارى الأنهار العابرة وروافدها ، والأودية النهرية متقطعة الجريان ، وأيضاً الأودية الجافة .

وترسم المجارى النهرية الرئيسية بخطوط زرقاء اللون ويحدد المجرى النهرى بخطوط حدية سوداء اللون . وتظهر الأودية متقطعة الجريان بخطوط غير متصلة ، على حين تمثل الأودية الجافة برمز الخط النقطى غير الكمى أيضاً .

ويظهر على الخريطة الطبوغرافية مواضع الينابيع بإستخدام رموز الموضع غير الكمية . وترجع أهمية إبراز الينابيع إلى كونها مصدراً للمياه الجوفية تزداد أهميته في الأراضي الجافة ، وشبه الجافة حيث يتبع وجودها قيام بعض المحلات العمرانية الصغيرة ، كما تحدد مواضع الحل وترحال المشتغلين بحرفة الرعى .

وينخذ النبات الطبيعى مكانه على الخريطة الطبوغرافية ، حيث يتم تحديد المساحات التى يشغلها النبات الطبيعى برمز المساحة النوعى ، وتلون هذه

المساحات بألوان غير متدرجة تختلف باختلاف نوع النبات الطبيعي . كما قد تستخدم الرموز التصويرية الإصطلاحية أو المخيعة لبيان توزيع النبات الطبيعي بأنواعه في المنطقة المبينة على الخريطة .

وتوضح الخرائط الطبوغرافية مناطق الأراضي البور ، وأراضي السبخات والمستنقعات باستخدام عدد من الرموز الإصطلاحية أو المحلية توزع داخل الحيز المكاني للمظاهرة على الخريطة .

كما تظهر على الخرائط الطبوغرافية بعض أجزاء من المسطحات المائية للمحيطات أو البحار أو البحيرات بحسب موقع المنطقة المبينة على الخريطة ويستخدم اللون الأزرق لتلوين المسطحات المائية التي قد تظهر على الخرائط الطبوغرافية .

ثانياً : الظواهر البشرية :

تعتبر الظواهر الجغرافية البشرية نتاجاً لاستجابة الإنسان وتفاعله مع البيئة الطبيعية من حوله . وتهتم الخرائط الطبوغرافية ببيان الظواهر الجغرافية البشرية جنباً إلى جنب مع الظواهر الجغرافية الطبيعية تبعاً لما يسمح به مقياس الرسم ودون أن تتداخل هذه الظواهر معاً فتفقد الخريطة الطبوغرافية أهم خصائصها وهي البساطة مع صدق التعبير عن ما تمثله من ظواهر جغرافية . وتعدد الظواهر الجغرافية البشرية وبالتالي تعدد وتنوع الرموز المستخدمة في توزيعها على الخرائط الطبوغرافية ما بين رموز الموضع ورموز المساحة ورموز الخط بحسب نوع الظاهرة وطبيعة تواجدها في المنطقة موضوع الخريطة .

وتهتم الخرائط الطبوغرافية بتوضيح الحدود السياسية الخارجية التي تفصل بين الدول . كما تهتم أيضاً ببيان الحدود الإدارية الداخلية التي تقسم الدولة إلى أقسام إدارية من محافظات ومراكز وقرى . ويستخدم رمز الخط الوعوى على اختلاف صوره ما بين متصل ومتقطع وخطى نفطى للتمييز بين أنواع الحدود المختلفة .

تعتبر المحلات العمرانية من أهم الظواهر الجغرافية البشرية التي تظهر على الخرائط الطبوغرافية . وتظهر المحلات العمرانية من مدن وقرى على الخرائط

الطوبوغرافية باستخدام رمز المساحة النوعى حيث تظهر المدن كدساحه يحدها كحدون المدينة بالإضافة إلى أهم الطرق الرئيسية ، كما تميز مساقط المساق الحكومية ومباني الخدمات الرئيسية ، وكذلك محطات السكك الحديدية وعقد الطرق البرية إن وجدت . أما مناطق السكس فإنها تظهر كوحدة مساحية واحدة تلون باللون الرمادى عادة . ويص في الخرائط الطوبوغرافية على أوجه الإستخدام المدنى بالرمز النوعى ، بالإضافة إلى الكتابة المباشرة التى توضح نوع الإستخدام .

تمثل طرق النقل شرايين الربط بين مراكز التجمع السكاني من مدن وقرى ومن ثم فإن الخرائط الطوبوغرافية توضح شبكات النقل بأنواعها البرى والحديدى والنهرى والموائى البحرية والنهرية والجوية . وتظهر خطوط النقل البرى والحديدى على الخرائط الطوبوغرافية باستخدام رمز الخط النوعى مع اتميز بين درجات الطرق البرية باختلاف سمك الخطوط وألوانها ، وتميز أيضاً بينها وبين المسالك والدروب باستخدام الخطوط المتقطعة والخطوط النقطية . وتظهر الخطوط الحديدية برمز الخط النوعى الذى يتميز باتصاله وبما عليه من شرط متعامدة على الجانبين ، كما يفرق بين الخطوط المفردة وبين الخطوط المزدوجة للسكك الحديدية . أما عن الخطوط الملاحية النهرية فتوضحها شبكة التصريف النهرى وشبكات الرى والصرف . وتوضح الخرائط الطوبوغرافية مواضع الكبارى والأهوسة والجسور التى تعبرها خطوط النقل أو تعترضها . وتظهر الموائى البحرية والنهرية على الخرائط الطوبوغرافية وقد تحددت منطقة الميناء بمحد خارجى ، وتظهر أهم معالم الميناء ومبانيه الادارية والأرصعة ومسمياتها . أما عن المطارات فتظهر على الخرائط الطوبوغرافية باستخدام رمز الموضع النوعى التصويرى ليدل على موقع المطار .

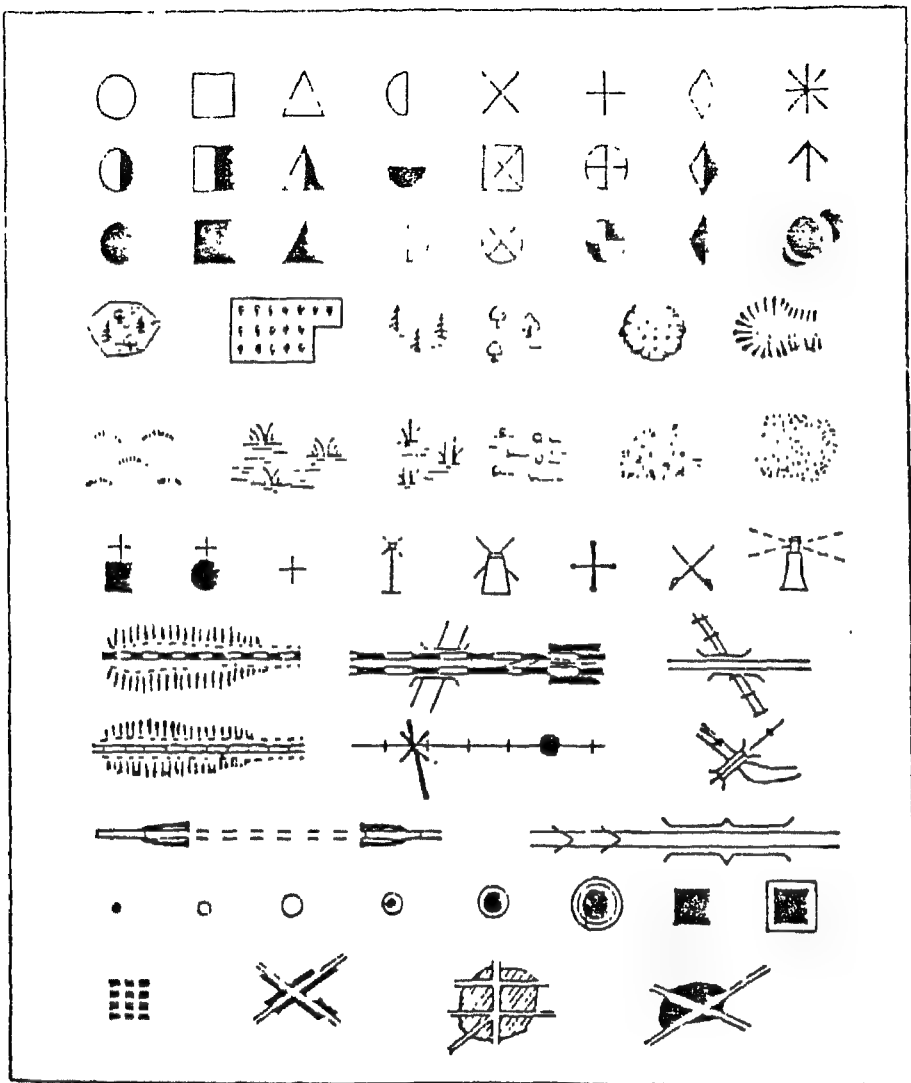
وتهم الخرائط الطوبوغرافية أيضاً ببيان التوزيع الجغرافى للأراضى الزراعية . باستخدام رمز المساحة النوعى ، بالإضافة إلى اللون الأخضر تميز أحد أوجه إستخدام الأرض الرئيسية فى المنطقة موضوع الخريطة . كما توضح المناطق الصناعية الكبرى ، باستخدام رمز الموضع النوعى مع الكتابة المباشرة لبيان نوع النشاط الصناعى . ويظهر على الخرائط الطوبوغرافية أيضاً المناطق التجارية المهمة ومناطق الأسواق الكبرى باستخدام رمز المساحة النوعى . كما تظهر

مناطق الترويح كالأسدية الكبرى والمشرهات البعثة والشرايط البحرية المستغاة في سياحة الأصطياف ، وتتم الخريطة الطبوغرافية أيضاً بيان مواقع المساجد والمخاجر وحقول البترول والعار الطبيعى ، وتبرزها بإستخدام رموز الموضع النوعية . هذا بالإضافة إلى بيان المناطق العسكرية التى لا يترتب على توزيعها على الخرائط الطبوغرافية مساس بالأمن القومى .

وتبرز الخرائط الطبوغرافية فيما تبرز من ظواهر جغرافية بشرية الظواهر التاريخية . فيورع عليها المواقع الأثرية المهمة ويستخدم في بيانها الرموز النوعية التصويرية تبعاً لطبيعة ونوع الأثر الموضح على الخريطة .

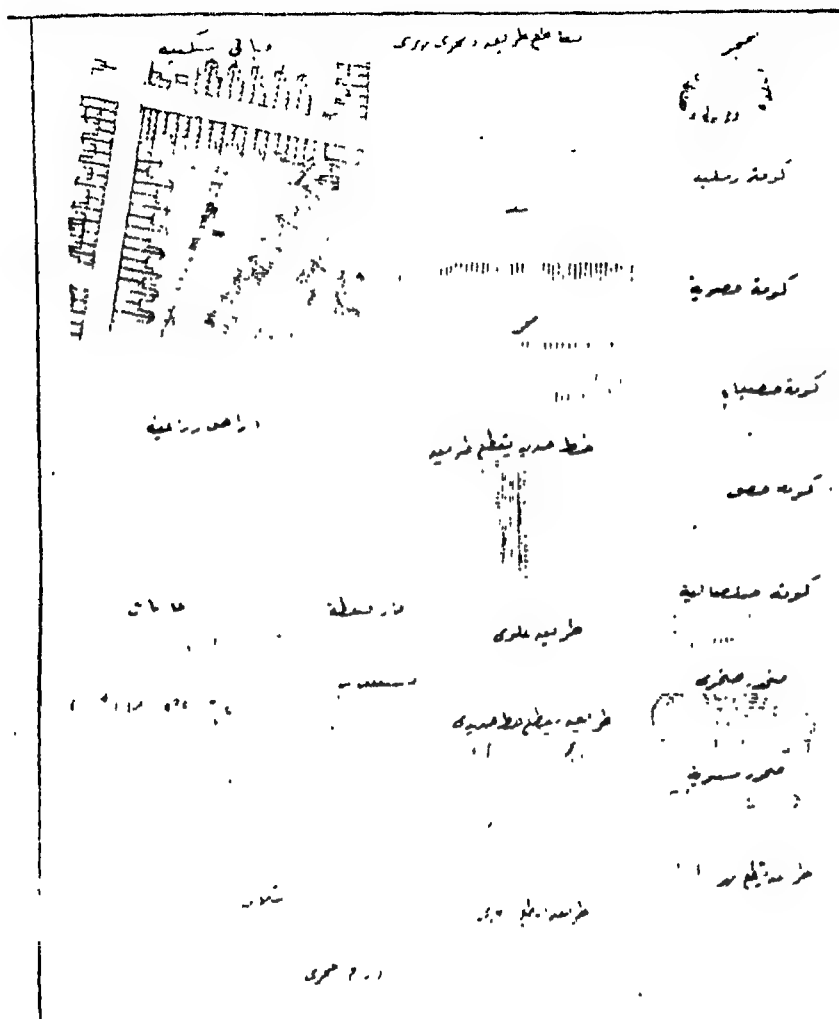
دليل الخريطة الطبوغرافية :

يتضح مما سبق أن الخريطة الطبوغرافية خريطة جامعة شاملة لعدد كبير من الظواهر الجغرافية الطبيعية والبشرية ، تجمع بين العمومية وبين قدر مناسب من التفصيل . ويتطلب إنشاء مثل هذه الخرائط إستخدام عدد كبير من الرموز لتمثيل ما يوزع عليها من ظواهر ، ويجب أن تتصف هذه الرموز بالبساطة والصدق والتعبير فى آن واحد . ويفضل أن تكون الرموز مشابهة قدر الإمكان للظواهر التى ترمز إليها حتى يمكن قراءة الخريطة الطبوغرافية فى يسر وفهم مدلول الظاهرة التى تعرض لها . ويرق دليل الخريطة الطبوغرافية إلى أهمية الخريطة نفسها ، ويشغل حيزاً غير صغير من مساحة الخريطة . ويشتمل دليل الخريطة الطبوغرافية على كل ما يظهر عليها من رموز وعلامات إصطلاحية أو أخرى محلية . ومن المهم أن يكتب عنوان الخريطة ، وأن توضح عليها الأحداثيات تبعاً لمقياس الرسم المستخدم فى رسمها . ويجب أن يوضح موقع اللوحة الطبوغرافية من اللوحات الأخرى المجاورة لها والمكملة لإمتداد الظواهر المبينة عليها ، ويظهر ذلك على شكل كروكى يضم اللوحة واللوحات المجاورة وموضح على كل منها ترتيبها بالنسبة للنظام الاحداثى المستخدم . (الأشكال أرقام ٦٠ ٦١ ٦٢ ٦٣) .



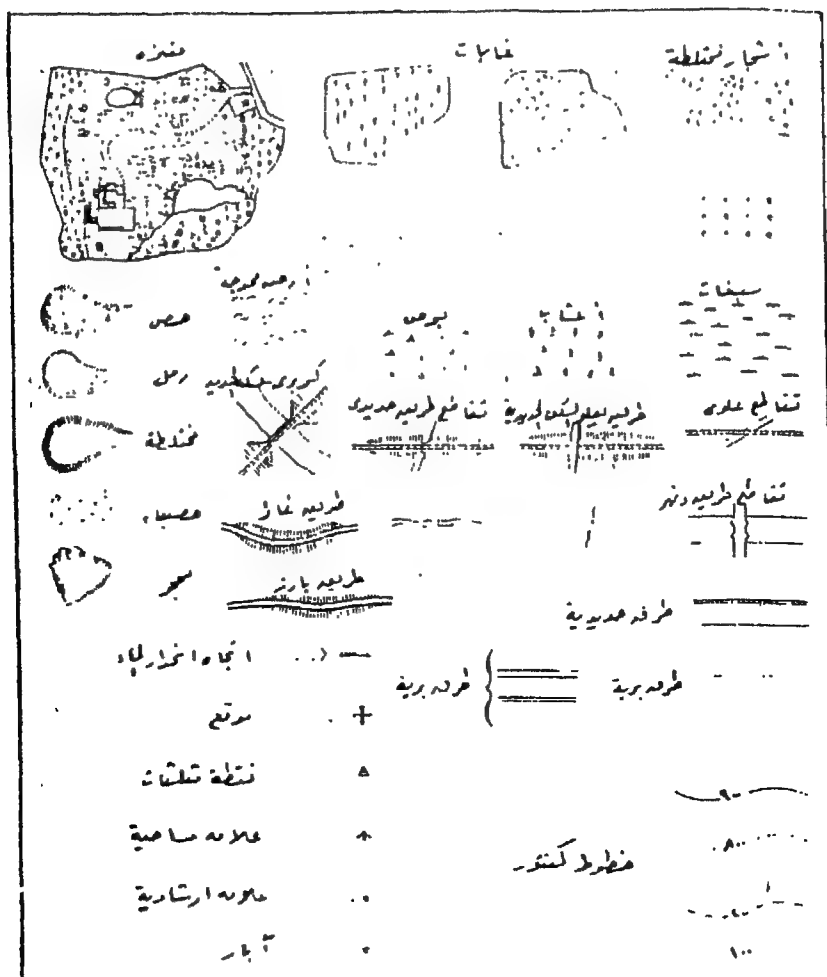
(شكل رقم ٦٠)

نموذج لبعض الرموز المستخدمة في إنشاء
مرائط الطبوغرافية

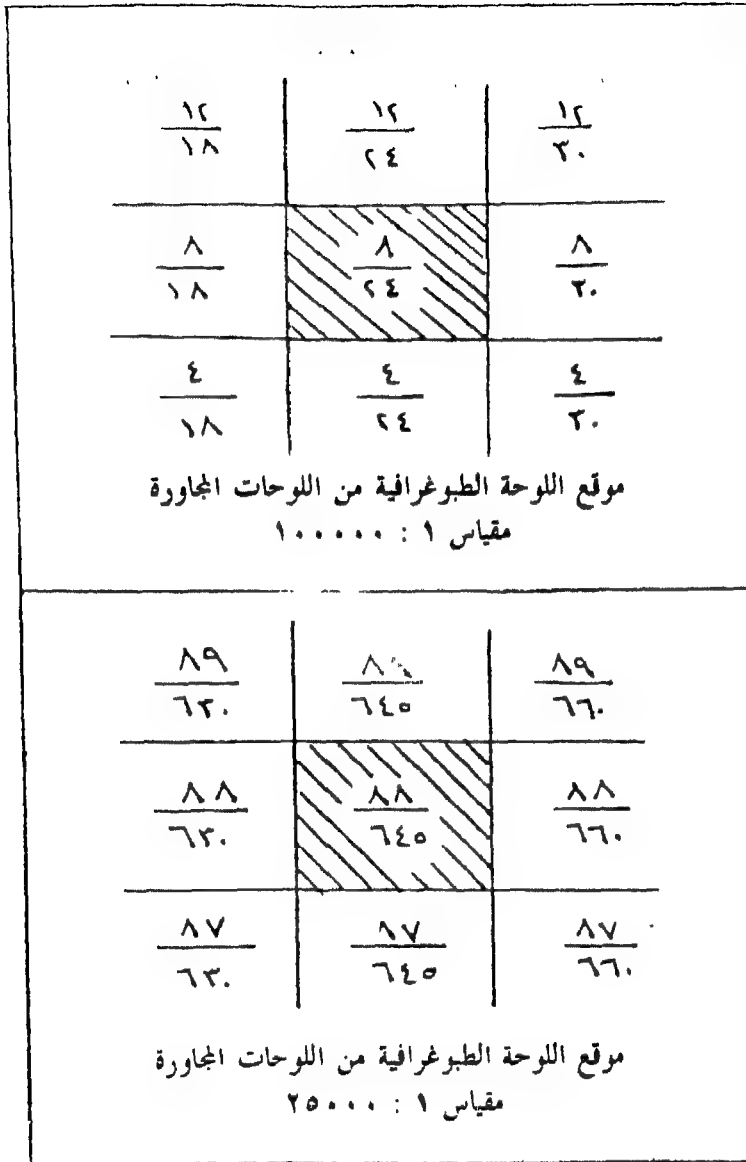


(مشکل دفعہ ۶۱)

نموذج لبعض الرموز المستخدمة في إنشاء
الخرائط الطبوغرافية



(شكل رقم ٦٢)
نموذج لبعض الرموز المستخدمة في إنشاء
الخرائط الطبوغرافية



(شكل رقم ٦٣)

ثالثاً : الخرائط الطبوغرافية المصرية وفق النظام المليونى .

يقصد بالنظام المليونى المتبع فى تسقيط الخرائط ذلك النظام الذى تم إتفاق عليه عالمياً لإنتاج خرائط لكل دول العالم موحدة المقاييس والنمرس والتسقيط . وذلك لأن الخرائط لغة دولية مفرداتها الرموز والألوان الإصطلاحية . ولما لذلك من فائدة عامة .

ويتلخص أسلوب تنسيق الخرائط تبعاً للنظام المليونى فيما يأتى :

- ١ — على أساس محورين متعامدين أحدهما رأسى يمثل خط زوال 180° ويقع فى الغرب ، والثانى أفقى يتعامد عليه ويصفه ويمثل خط الإستواء ويتجه ناحية الشرق .
- ٢ — تم تقسيم خط زوال 180° وهو خط إبتداء النسق إلى أقسام متساوية يساوى كل منها أربع درجات عرضية إبتداء من المحور الأفقى (خط الإستواء) شمالاً حتى دائرة عرض 76° ، وجنوباً حتى دائرة عرض 60° . من نقط التقسيم تم رسم مواريات لخط الأستواء ، وتم تمييز الشرائح العرضية الناتجة بحروف هجاء لاتينية A-B-C تبدأ بالشرخية A إلى الشمال من خط الإستواء بترتيب الحروف حتى حرف S . وتبدأ بالشرخية A إلى الجنوب من خط الاستواء بترتيب الحروف حتى حرف O .
- ٣ — تم تقسيم خط الاستواء (المحور الأفقى) إلى أقسام متساوية كل منها يساوى ست درجات طولية إبتداء من المحور الرأسى أى خط زوال 180° فى إتجاه الشرق . من نقط التقسيم تم رسم مواريات لخط زوال 180° (المحور الرأسى) ، وتم تمييز الشرائح الطولية المأخوذة تسلسل الأعداد باللغة الإنجليزية إبتداءً من رقم 1 وحتى رقم 60 .
- ٤ — تشكل المواريات الأفقية مع المتوازيات الرأسية هيكل المضام المليونى على صورة شبكة من المستطيلات طول كل منها ست درجات عرضية ، وعرضه أربع درجات طولية . والمستطيلات مميزة بحروف الهجاء والأرقام . وللتمييز بين المستطيلات إلى التسلسل من خط

الاستواء تم تمييزها جميعاً بحرف N ، أما المستطيلات إلى الجنوب من خط الاستواء فقد تم تمييزها جميعاً بحرف S .
 ٥ - وعلى ذلك فإن الشريحة الأولى الرأسية تميز كل مستطيلاتها إلى الشمال من خط الاستواء على النحو الآتي :

NS1 ND1 - NC1 - NB1 - NA1

وإلى الجنوب من خط الاستواء على النحو الآتي :

SO1 SD1 - SC1 - SB1 - SA1

أما الشريحة الرأسية التي تلي الشريحة الأولى مباشرة شرقاً فتميز مستطيلاتها إلى الشمال من خط الاستواء على النحو الآتي :

NS2 ND2 - NC2 - NB2 - NA2

وإلى الجنوب من خط الاستواء على النحو الآتي :

SO2 SD2 - SC2 - SB2 - SA2

٦ - أما بالنسبة للشرائح الأفقية فإن الشريحة الأفقية الأولى تميز مستطيلاتها إلى الشرق من خط زوال ١٨٠° إلى الشمال من خط الاستواء على النحو الآتي :

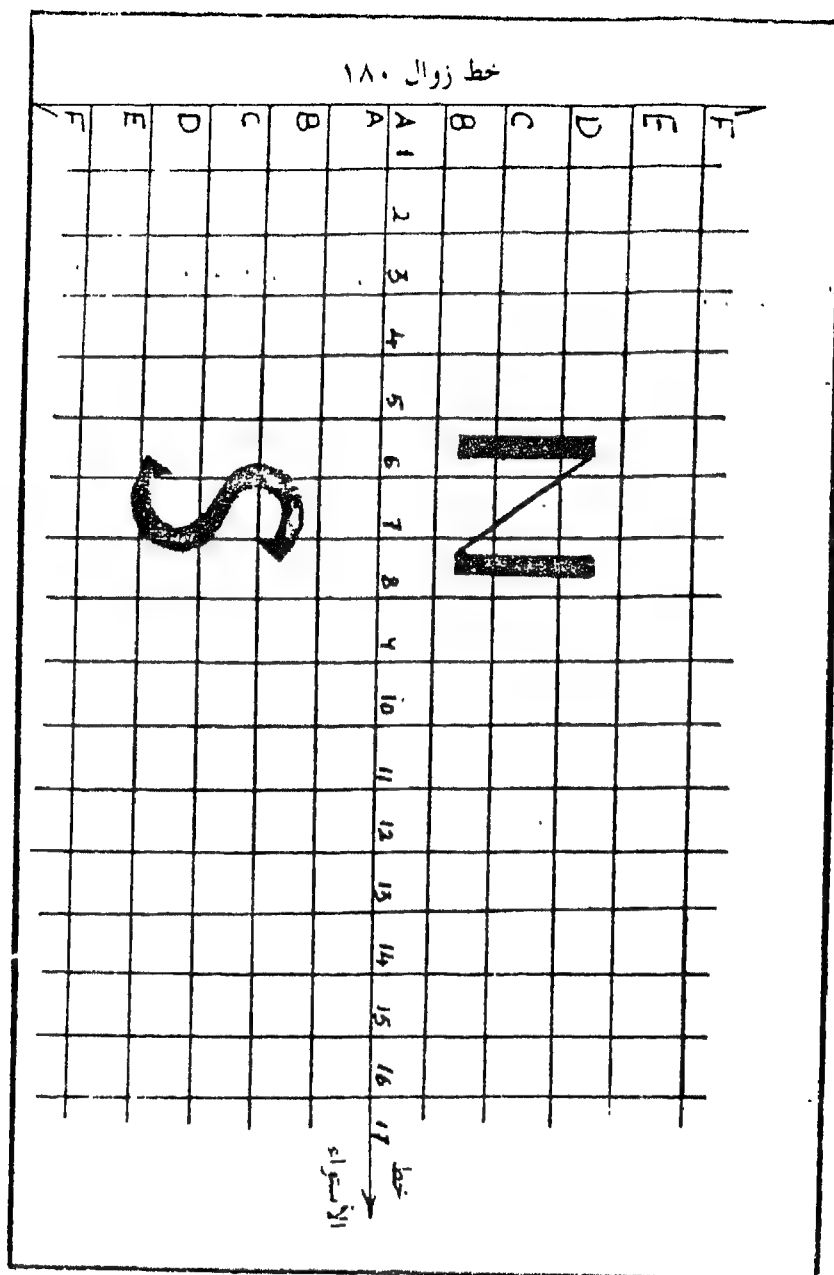
NA60 NA4 - NA3 - NA2 - NA1

وإلى الجنوب من خط الاستواء على النحو الآتي :

SA60 SA4 - SA3 - SA2 - SA1

ويوضح الشكل رقم ٤٦ الهيكل الأساسي للنظام المليونى كأساس لإنشاء الخرائط الدولية بالمقاييس المختلفة مع الاتفاق فى التنسيق والترميز . (شكل رقم ٦٤) .

ويبدأ التنسيق للخرائط المليونية بالخرائطه مقياس ١ : مليون وهى ضمن الخرائط العامة وتغطى منطقة تمتد ست درجات من درجات الطول ، وأربع درجات من درجات العرض . وينبثق عن هذه الخريطة أربعة خرائط بمقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠٠ تغطى كل خريطة منها منطقة تمتد ثلاث درجات من درجات الطول ، ودرجتين من درجات العرض . وتغطى كل خريطة ربع الخريطة المليونية ويرمز لكل ربع حسب موقعه بحروف لا تينية :



(شکل رقم ۶۴)
الهيكل الأساسي للنظام المليونى

NE للربع الشمالى الشرقى . SF للربع الجنوبى الشرقى
NW للربع الشمالى الغربى ، SW للربع الجنوبى الغربى .

وتنقسم الخريطة بمقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠ إلى ستة خرائط بمقياس رسم
١ : ٢٥٠٠٠٠ تغطى كل خريطة منها درجة واحدة من درجات الطول ،
وبدرجة واحدة من درجات العرض . ومن ثم فإن الخريطة المليونية الواحدة
يشتمل منها أربع عشر خريطة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠٠٠ أى تنقسم
الخريطة أفقياً إلى ستة أقسام متساوية ورأسياً إلى أربعة أقسام متساوية أيضاً
ويميز بين الخرائط ربع المليونية المقياس هذه بحروف لا تينية تبدأ من الركن
الجنوبى الغربى للخريطة المليونية على النحو الآتى :

الشريحة الأولى إلى الشرق من الربع الجنوبى الغربى من حرف A وحتى حرف F .
الشريحة الثانية التى تعلوها شمالاً من حرف G وحتى حرف L .
الشريحة الثالثة التى تعلوها شمالاً من حرف M وحتى حرف R .
الشريحة الرابعة والأخيرة شمالاً من حرف S وحتى حرف X .

وتدخل الخرائط ربع المليونية هذه ضمن الخرائط العامة أيضاً ، وتعرف
بالخرائط العامة أيضاً ، وتعرف بالخرائط الدولية .

وتنقسم الخريطة ربع المليونية إلى أربعة أقسام يغطى كل قسم منها منطقة
تمتد نصف درجة من درجات الطول ، ونصف درجة من درجات العرض
تتمثل خرائط بمقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ أى الخرائط الطبوغرافية المصرية الحديثة
المرسومة وفق التنسيق المليونى العام . وترقم هذه الخرائط بأرقام بالبلغة
الإنجليزية من رقم 1 إلى رقم 4 ويكون الترقيم ابتداء من الركن الجنوبى الغربى
للخريطة ربع المليونية ، فترقم الخريطة الجنوبى الغربية برقم 1 ، والخريطة
الجنوبى الشرقية برقم 2 ، والخريطة الشمالى الغربية برقم 3 ، والخريطة الشمالى
الشرقية برقم 4 .

ويستحدث النظام المليونى نوعاً من الخرائط الطبوغرافية المصرية بمقياس
رسم ١ : ٥٠٠٠٠ . حيث تنقسم الخريطة الطبوغرافية بمقياس
١ : ١٠٠٠٠٠ إلى أربعة خرائط كل منها تغطى منطقة تمتد ربع درجة من

درجات الطول، وربع درجة من درجات العرض بمقياس ١ : ٥٠٠٠٠ وترقم هذه الخرائط الطبوغرافية ابتداء من الركن الجنوبي الغربى للخرائط بحروف هجاء اللغة الإنجليزية من حرف a وحتى حرف d. فتميز الخريطة الجنوبية الغربية بحرف a، والخريطة الجنوبية الشرقية بحرف b، والخريطة الشمالية الغربية بحرف c، والخريطة الشمالية الشرقية بحرف d.

وتنقسم الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ بدورها إلى أربع خرائط كل منها تغطى سبع دقائق ونصف دقيقة من درجات الطول، وسبع دقائق ونصف دقيقة من درجات العرض وبمقياس ١ : ٢٥٠٠٠ وتميز بأرقام إنجليزية من 1-4 ذات حجم صغير، ابتداء من الركن الجنوبي الغربى للخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠. فتحمل الخريطة الجنوبية الغربية رقم 1، والخريطة الجنوبية الشرقية رقم 2، والخريطة الشمالية الغربية رقم 3 والخريطة الشمالية الشرقية رقم 4. (شكل رقم ٦٥).

وتهتم الخرائط الطبوغرافية المصرية الحديثة وفق النظام المليونى بمقاييسها الثلاثة ١ : ١٠٠٠٠٠، ١ : ٥٠٠٠٠، ١ : ٢٥٠٠٠ بتوزيع الظواهر الجغرافية الطبيعية والبشرية.

S	T	U	V	W	X
M	N	O	P	Q	R
G	H	I	J	K	L
A	B	C	D	E	F

NW	NE
SW	SE

الخريطة المليونية والخرائط ربع المليونية

الخريطة المليونية والخرائط نصف المليونية

c	d
a	b

3	4
1	2

الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠
والخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠

الخريطة ربع المليونية والخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠

3	4
1	2

الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠

الخريطة الطبوغرافية مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠
والخرائط الطبوغرافية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠

(شكل رقم ٦٥)

تسليق الخرائط وفق النظام الملون الدولي

الفصل الخامس

خرائط الطقس والمناخ والنبات الطبيعي

- أولاً : خرائط الطقس .
- ثانياً : الخرائط المناخية .
- ثالثاً : خرائط الأقاليم المناخية .
- رابعاً : خرائط النبات الطبيعي .

خرائط الطقس والمناخ والنبات الطبيعي

يقصد بخرائط الطقس والمناخ الخرائط التي تتورع عليها الأرصاد والقياسات الخاصة بعناصر الجو المختلفة . وتنقسم هذه الخرائط إلى قسمين رئيسيين ، يهتم القسم الأول بوصف حالة الجو وقتياً أو لفترة محدودة من الوقت وتعرف بخرائط أو لوحات الطقس . على حين يهتم القسم الثاني بتحليل وتعديل الأرصاد الجوية على إمتداد فترة زمنية تسمح ببيان الصفة العامة على عصر أو أكثر من عناصر الجو . ومن الممكن أن تميز بين عدد من الخرائط التي تبرز الأحوال الجوية الوقتية أو السائدة إلى الأقسام الآتية :

- ١ — لوحات الطقس .
- ٢ — الخرائط المناخية .
- ٣ — خرائط الأقاليم المناخية .

أولاً : خرائط الطقس

توضح خرائط الطقس الظروف الجوية فوق الحيز الجغرافي موضوع الخريطة في وقت تسجيل الملاحظات والأرصاد الجوية على الخريطة ، ومما ما يوضح حالة الجو منذ بصع ساعات قليلة . وعلى هذا فإن لوحة الطقس لوحة متغيرة ومتجددة تتغير بياناتها المورعة ، عليها على فترات قصيرة خلال الأربع والعشرين ساعة . ويرتبط إنشاء خرائط الطقس بعدد وتوزيع محطات الرصد الجوي في المنطقة الموصحة على الخريطة وبمحطات الرصد الأخرى في المناطق المحيطة التي تؤثر ظروف الجو بها على ظروف الجو في المنطقة المبس على خريطة الطقس تأثيراً مباشراً أو غير مباشر . وتعتمد خريطة الطقس على خريطة أساس توضح الحيز المكاني وموقعه الفلكي بالنسبة لدوائر العرض وحطوط الطول وتتعدى حدود الخريطة حدود الحيز المكاني الذي توضحه لتشمل منطقة كبيرة تمثل حيز التأثير والتأثر بظروف الجو بين مضطه الخريطة والمناطق الأخرى المحيطة بها . ويقسم العالم إلى عدد من المناطق الكبرى مميزة

تتميزاً رقمياً على ضوء العلاقة المتبادلة في ظروف الجو داخل حدود كل منطقة وموقع على الخريطة مواقع محطات الرصد الجوى على إمتداد منطقة النفوذ المناخى إذا جاز هذا التعبير . وترتبط هذه المحطات جميعاً بنظام إتصال سلكى ولا سلكى وأحياناً عن طريق وسائل الإتصال الفضائية ، ويتم عن طريق شبكة الإتصالات هذه التبادل الوقتى للأرصاء والقياسات الخاصة بعناصر الجو المختلفة في كل محطة للرصد الجوى مع بقية المخططات الأخرى داخل منطقة النفوذ الموقعة على خريطة الأساس . ويقوم الكارتوجرافى بتوقيع بيانات القياسات العناصر الجوية على خريطة الأساس باستخدام عدد من الرموز الإصطلاحية على جميع المحطات الموقعة على خريطة الأساس والتي بثت أرصادها الجوية عبر شبكة الإتصالات التى تربط بينهم .

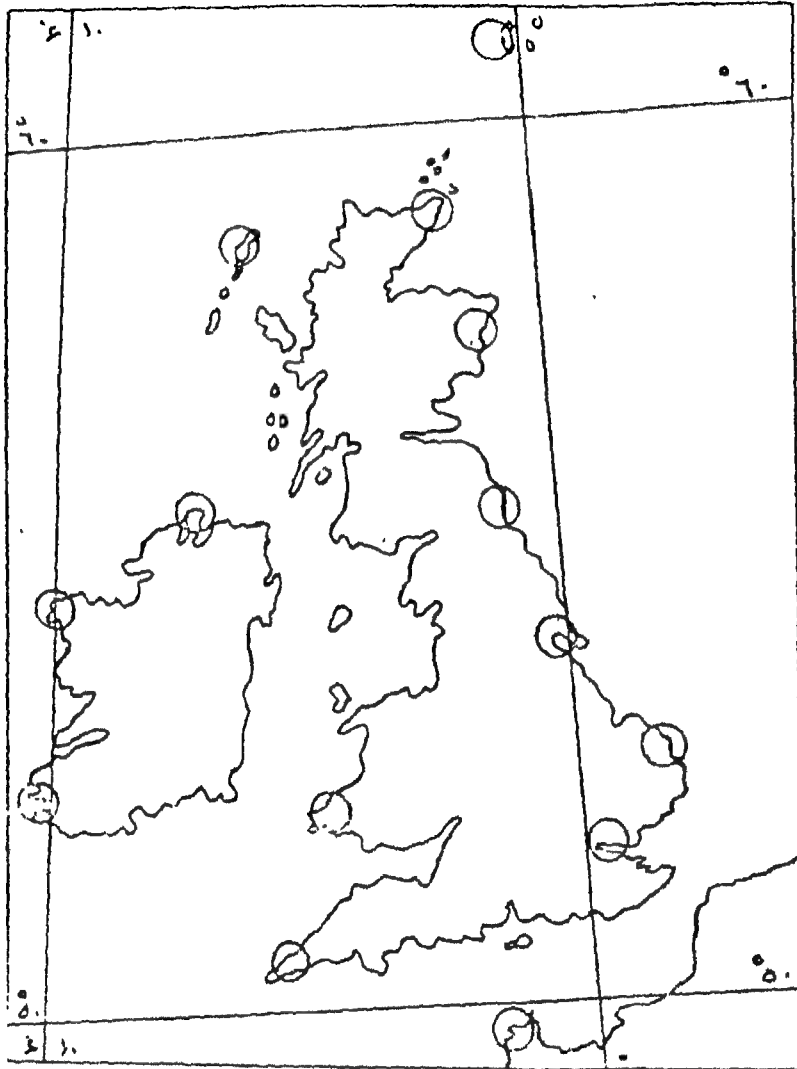
الرموز المستخدمة في له الطقس

تمثل لوحة الطقس صورة صادقة للجو ولجميع عناصره ومن ثم تتنوع الرموز المستخدمة في إنشائها . ولا بد لقارئ لوحة الطقس أن يكون ملماً بكل أنواع الرموز أو أن يكون لديه دليل رموز عناصر الجو المتفق عليها . وفيما يلي عرض موجز للرموز التى تستخدم في إنشاء لوحات الطقس ومدلول كل منها .

١ - محطات الرصد الجوى :

توزع محطات الرصد الجوى العاملة داخل حدود المنطقة الموضحة على خريطة الأساس برمز الموضع النوعى على صورة دائرة مفرغة بقطر مناسب توضع في موضعها على الخريطة بحيث يكون مركزها عند نقطة تقاطع دائرة عرض موقعها مع خط الطول الذى يمر بها . وعادة ما تكون هذه الرموز مطبوعة على خريطة الأساس التى يطبع بها أعداد كبيرة نظراً لأن محطة الرصد الجوى تخرج لوحة جديدة كل ٢٤ ساعة ، وأحياناً كل ١٢ ساعة وهناك بعض المحطات تخرج لوحة كل ٦ ساعات . ومحطات الرصد الجوى تعرف برقم كودى دولى ثابت مسجل ضمن جدول دولى مع صممه اسم المخططة ورقبها

الدولي وأحداثها الملكية ومتوسطها عن مستوى المنارة وأوقات لرصد
 حسب التوقيت العالمي . (شكل رقم ٦٦) .



(شكل رقم ٦٦)
 خريطة أساس موقع عليها محطات
 الأرصاد الجوية

٢ — درجة الحرارة :

توزع درجات الحرارة على لوحات الطقس كتابة بالأرقام . ويكتب الرقم الذى يدل على درجة الحرارة المسجلة عند محطة الرصد بالتقدير المئوى أو بالتقدير الفهرنيتى بجوار الرمز الخاص بكل محطة رصد موزعة على خريطة الأساس .

٣ — الضغط الجوى :

يوزع عنصر الضغط الجوى على خريطة الأساس بإستخدام رمز الخط الكمى ، فترسم على لوحات الطقس خطوط الضغط المتساوى . وترسم خطوط الضغط المتساوى من واقع الأرصاد الجوية بنفس أسلوب إنشاء خطوط التساوى الأخرى (الطريقة التقريبية ، الطريقة الحسابية ، النسبة والتناسب ، المثلث الشفاف ، الخطوط المتوازية) . ويستعمل فى رسم خطوط الضغط المتساوى فاصل ثابت كل ١ أو ٢ أو ٣ ، ملليبار حسب ما يسمح به مقياس الرسم ومدى تقارب الخطوط والذى يرتبط بدرجة إنحدار الضغط الجوى . وترسم خطوط الضغط الجوى باللون الأسود أو اللون الأزرق ويكتب على كل خط مقدار الضغط الجوى الذى يمثله . كما تسجل قيم الضغط الفعلية فى كل محطة من محطات الرصد الجوى الموقعة على خريطة الأساس كتابة . ويسجل على لوحات الطقس التغير الذى طرأ على الضغط الجوى فى الثلاث ساعات السابقة لوقت الرصد حتى يمكن متابعة التغير لما فى ذلك من أهمية عند التنبؤ بحالة الجو فى الساعات القليلة التالية لوقت الرصد . ويوضح التغير فى اتجاه الضغط الجوى برموز خاصة توضح الإرتفاع أو الإنخفاض فى قراءات الضغط الجوى . (شكل رقم ٦٧ — أ) .

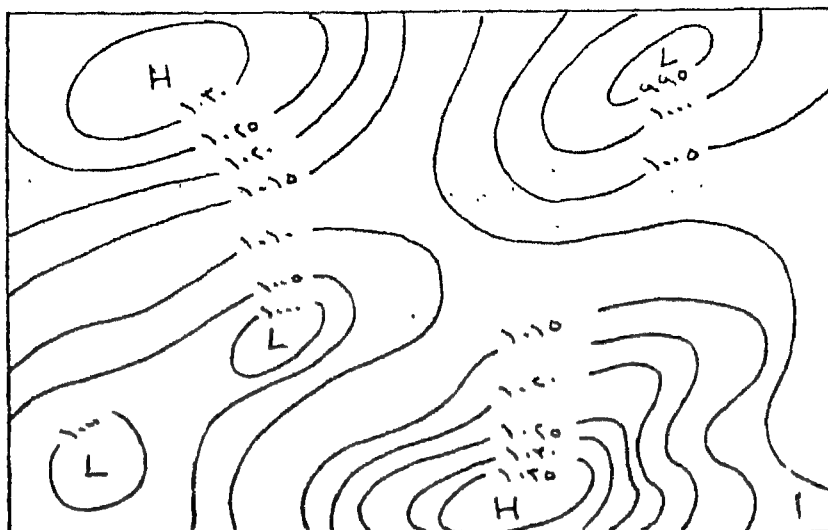
٤ — الإرتفاع والإنخفاض الجوى :

ترتبط أحوال الطقس بحالة الضغط الجوى ، وعادة ما تكون أحوال الطقس المصاحبة للإرتفاع الجوى متسمة بالإعتدال ، على حين تنصف الأحوال الجوية المصاحبة للإنخفاض الجوى بالإضطراب . ومن ثم فأنه من المهم بيان مراكز الضغط المرتفع والمنخفض على لوحات الطقس لما لذلك من أهمية فى التنبؤ بحالة

الجو المتوقعة خلال الفترة القصيرة القادمة . وتظهر حضوظ الضغط المتساوى المرسومة على لوحات الطقس إتجاه الضغط الجوى المتزايد ، والمتناقص باعتبار أن خط الضغط الجوى ١٠١٣ ملليبار يعد بداية التغير فى قيم الضغط الجوى ، وعادة ما يرتفع الضغط الجوى فى مراكز الضغط الجوى المرتفع إلى ١٠٣٥ — ١٠٤٠ ملليباراً ويميز مركز الضغط المرتفع بالحرف اللاتينى H . على حين ينخفض الضغط الجوى فى مركز الضغط الجوى المنخفض إلى ١٠١٣ ملليباراً وكلما زاد التناقص كلما كان المنخفض الجوى عميقاً وكلما زادت حالة الجو المصاحب لإضطراباً وسوءاً ، ويميز مركز الضغط الجوى المنخفض بالرمز اللاتينى L . ويرتبط تغير الأحوال الجوية والظروف المصاحبة للمرتفع الجوى أو المنخفض الجوى بشدة إنحدار الضغط الجوى الذى يستدل عليه من تقارب خطوط الضغط المتساوى الذى يدل على سرعة التغير ، على حين يدل تباعدها على بقاء التغير . (شكل رقم ١٦٧ : ب) .

٥ — الجبهات الهوائية :

يؤدى التغير فى الضغط الجوى وفى توزيعاته على سطح الأرض إلى تحرك الجبهات الهوائية من مناطق نشأتها بخصائصها إلى مناطق أخرى تختلف عنها فى الخصائص المناخية لا سيما فى درجة الحرارة . وينشأ عن إلتقاء كتلتان هوائيتان مختلفتان فى خصائصهما الحرارية سطح يعرف بالجبهة الهوائية . ويفصل هذا السطح فيما بين نوعين متباينين من الكتل الهوائية ، ويمتد رأسياً بميل نحو القطب ، ويزداد هذا الميل طردياً بالبعد عن الدائرة الإستوائية نتيجة لحركة الأرض حول محورها . وتعد هذه الجبهات سبباً مباشراً فى تكون الأعاصير والمنخفضات الجوية فى المناطق المعتدلة ، ويعزى لها تكون الزوابع فى المناطق المدارية . وتؤثر هذه الأعاصير وتلك الزوابع تأثيراً واضحاً فى حالة الجو فى المناطق التى تمر بها فى مسالكها . وتوضح الجبهات الهوائية الدفينة والباردة ، والثابتة والممتلئة برموز خطية نوعية إصطلاحية على لوحات الطقس ، وتميز باللون إلى جانب الرمز الأزرق للجبهات الباردة ، والأحمر للجبهات الدفينة ، واللونين الأزرق والأحمر للجبهات الثابتة ، وأخيراً اللون البنفسجى للجبهات الممتلئة (شكل رقم ٦٨) .



خطوط الضغط المتساوى ومناطق الارتفاع والانخفاض




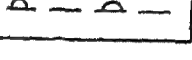
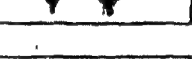
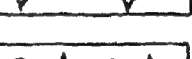

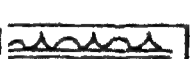
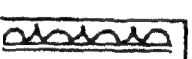
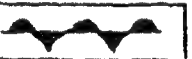


هبوط ثم ارتفاع		ارتفاع ثم انخفاض	
هبوط ثم ثبات		ارتفاع ثم ثبات	
هبوط غير منتظم		ارتفاع غير منتظم	
هبوط مفاجيء		ارتفاع مفاجيء	

بعض الرموز المستخدمة على لوحات الطقس ليان التغير في
حالة الضغط الجوى في الساعات القليلة السابقة

(شكل رقم ٦٧)

٦ - الرياح :

ينتج عن التباين في درجات الحرارة على المناطق المختلفة على سطح الأرض تباين في الضغط الجوي ، يترتب عليه هبوب الرياح من مناطق تركز الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض حاملة معها خصائص المناطق التي تهب منها والتي تمر عليها . وتزداد سرعة الرياح تبعاً لمقدار الفرق بين كل من الضغط المرتفع وبين الضغط المنخفض ، وتبعاً لشدة إنحدار الضغط الجوي . ويؤثر في إتجاه الرياح وسرعتها عوامل أخرى إلى جانب عامل اختلاف وتباين الضغط الجوي منها التضاريس وطبيعة الأسطح التي تمر عليها وأثر الاحتكاك ، بالإضافة إلى تأثير حركة دوران الأرض حول محورها وما يترتب عليه من انحراف في إتجاهات الرياح أو ما يعرف بقانون فرل أو بقاعدة كوريلى . ويؤثر النسق اليومي لدرجة الحرارة ودورتها اليومية في حركة الرياح السطحية وسرعاتها . وتسجل المراسد المختلفة سرعة الرياح وإتجاهها خلال ساعات اليوم تبعاً لوقت الرصد ، ومن ثم فإن الرياح تمثل على خرائط ولوحات الطقس بما يوضح كلا من السرعة والإتجاه لما لذلك من أهمية في الحياة اليومية . ويوقع إتجاه الرياح على لوحات الطقس بخط نوعي يدل على الإتجاه الذي تهب منه الرياح في وقت الرصد بالنسبة لمركز الدائرة التي تمثل موقع محطة الأرصاد الجوية على اللوحة وتبعاً للإتجاهات الأصلية . وتبين السرعة تبعاً لتقسيم بوفورت للرياح حسب سرعاتها ابتداء من الهواء الساكن وحتى العواصف الإعصارية بعلامات ترسم في نهاية الخط الذي يدل على الإتجاه ولكل علامة قيمة كمية متعارف عليها ، وتتم قراءة الرمز بعد هذه العلامات وحساب المجموع الرقعي الذي تدل عليه بالكيلومترات . (شكل رقم ٦٩) .

جبهة باردة على سطح الأرض	أزرق متصل	
جبهة باردة مرتفعة	أزرق غير متصل	
جبهة دفيئة على سطح الأرض	أحمر متصل	
جبهة دفيئة مرتفعة	أحمر غير متصل	
جبهة ثابتة على سطح الأرض	خطين أحمر وأزرق	
جبهة ثابتة مرتفعة	خطين أحمر وأزرق	
جبهة ممتلئة على السطح	بنفسجي متصل	
جبهة ممتلئة مرتفعة	بنفسجي غير متصل	
جبهة باردة ممتلئة	أزرق يملو بنفسجي	
جبهة دفيئة ممتلئة	أحمر يملو بنفسجي	
جبهة ممتلئة على سطح الأرض	خطين بنفسجي	
إتجاه تحرك الجبهة	إتجاه الجبهة	

(شكل رقم ٦٨)

الرموز الخاصة بتوزيع الجبهات على خرائط الطقس

هواء ساكن	٠ - ١ كم	
هواء خفيف	٢ - ٦	
نسيم لطيف	٧ - ١٢	
نسيم خفيف	١٣ - ١٨	
نسيم معتدل	١٩ - ٢٦	
نسيم منعش	٢٧ - ٣٥	
نسيم قوى	٣٦ - ٤٤	
رياح معتدلة	٤٥ - ٥٤	
رياح شديدة	٥٥ - ٦٥	
رياح هوجاء	٦٦ - ٧٧	
رياح عاتية	٧٨ - ٩٠	
عواصف	٩١ -	

(شكل رقم ٦٩)
الرموز الخاصة بتوزيع الرياح إتجاه وسرعة
على خرائط الطقس

٧ — العواصف :

تحدث العواصف نتيجة لزيادة التباين في قيم الضغط الجوي ما بين مرتفع ومنخفض ونتيجة لزيادة عمق الضغط الجوي في مراكز الأعاصير والمنخفضات الجوية في المناطق المعتدلة ، وفي المناطق المدارية على السواء . وتزداد سرعة الرياح وتشتد بحيث تشكل خطورة على الملاحة إذا ما حدثت فوق المسطحات البحرية ، على حين تقتلع الظواهر البشرية في المدن كأعمدة الإنارة والبرق وبعض المنشآت . ويصبح للرياح العاصفة القدرة على حمل ذرات الغبار في الأراضي الجافة ذات الأسطح الارسابية الهيكلية أو المفككة ، وقد تزداد سرعة الرياح لتصبح قادرة على حمل ذرات الرمال الخشنة ، وأحياناً دفع الحصى . ويترتب على العواصف الترابية هذه انخفاض الرؤية إلى مدى كبير إلى جانب تلوث الهواء في المناطق التي تهب عليها بما تحمله من غبار تنقله عبر مسافات طويلة ، ومثال ذلك ما يحدث عند هبوب الرياح المحلية المصاحبة للإ انخفاضات والأعاصير الجوية .

ويصاحب التساقط من سحب المزن الركامي حدوث ظاهرة عواصف البرق والرعد نتيجة لأن سحب المزن الركامي كبيرة السمك ويرتبط تكوينها بصعود التيارات الهوائية إلى أعلى وإضطراب شديد في أحوال الجو . ويترتب على صعود التيارات الهوائية ومعها بعض قطرات الأمطار التي تنقسم وينتج عن إنقسامها تولد شحنات كهربائية موجبة وسالبة لا تلبث أن تحدث ما يعرف بالتفريغ الكهربائي وما ينتج عنه من شرارة كهربائية هي البرق ، وتمدد فجائئ في الهواء ينتج عنه الرعد . وتمثل عواصف البرق والرعد على لوحات الطقس باستخدام رموز موضع تدل على حدوث هذه الظاهرة وقت الرصد وأيضاً نوع التساقط المصاحب لها . من مطر أو ثلج أو منهما معاً . (شكل رقم ٧٠ ر) .

٨ — الضباب والرذاذ :

يعد الضباب أحد مظاهر عملية التكاثف قريباً من سطح الأرض ، ويتنوع الضباب تبعاً للظروف المصاحبة لنشأته . ومن أنواعه ما يتلاشى بمجرد شروق الشمس لفترة قصيرة ، ومنه ما يبقى لعدة أيام . ويزداد حدوث الضباب في

عاصفة رعدية ومطر		عاصفة ترابية	
عاصفة رعدية		عاصفة ترابية تخف	
رعد ومطر		عاصفة ترابية مستمرة	
عاصفة رعدية		عاصفة ترابية تتزايد	
عاصفة رعدية مع برد		عاصفة رملية شديدة	
رعد مصحوب بثلج		إتجاه العاصفة	
عاصفة رعدية		عاصفة شديدة منخفضة	
عاصفة رعدية		عاصفة شديدة مرتفعة	
عاصفة رعدية ترابية		عاصفة شديدة منخفضة	
عاصفة رعدية شديدة		عاصفة شديدة مرتفعة	

(شكل رقم ٧٠)

الرموز الخاصة بتوزيع العواصف على خرائط الطقس

المناطق الساحلية في شرق وغرب القارات ، على حين ينذر حدوثه في الأراضي الجافة في داخل القارات . ويترتب على حدوث هذه الظاهرة أضرار بالغة إذا ما كان من النوع الكثيف أو من النوع الذي يستمر لفترة طويلة خاصة بالنسبة لحركة النقل بأنواعه الجوية والبحرية والبرية . ويعد الضباب مفيداً في توفير قدر من الرطوبة في الأراضي الجافة تسمح بوجود قدر من النبات الطبيعي ، وأحياناً ما يعتمد على الضباب في توفير بعض إحتياجات النباتات المزروعة . ويمثل الضباب والرذاذ على لوحات الطقس باستخدام علامات توقع عند موقع محطة الرصد الجوية تدل على حدوث هذه الظاهرة ، وكذلك كثافته ومدى الرؤية التي يتيحها وجوده ، وطبيعة الرذاذ العالق بالهواء .
شكل رقم ٧١٠) :

٩ - السحب :

تمثل السحب بأنواعها المختلفة مظهراً من مظاهر التكاثر بعيداً عن سطح الأرض . وتصنف السحب تبعاً للإرتفاع إلى ثلاثة أنواع هي السحب المنخفضة ، والسحب متوسطة بالإرتفاع ، والسحب المرتفعة . ويضم كل نوع من هذه الأنواع مجموعة من السحب لكل منها خصائصه المميزة من حيث الشكل ومن حيث كثافتها وما تشغله من حيز السماء فوق محطة الرصد ، ومن حيث ما يترتب عليها من ظواهر مثل التساقط ونوعه وعواصف البرق والرعد . كما تشير أنواع السحب المتواجدة في سماء محطة الرصد إلى الظروف الجوية المحتملة والمتوقعة .

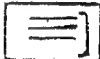














وتوزع السحب على لوحات الطقس بحيث تظهر مدى ما تغطيه من سماء منطقة محطة الرصد وذلك بتقسيم دائرة موقع المحطة إلى عشرة أقسام لتمثل القبة السماوية فوق محطة الرصد . ويتم تقدير كمية السحب في السماء وتظليل الجزء المقابل على الدائرة ليدل على كمية السحب المتواجدة في وقت الرصد .

وتستخدم رموز موضع تصويرية لتدل على نوع السحاب ومدى إرتفاعه .
توقع إلى جانب محطة الرصد على لوحة الطقس تمكن من التعرف على الخصائص المصاحبة لكل نوع من أنواع السحاب من السحابة أو الركامي أو

الطباق أو المرن ، وما يحدث في أنواعها وإرتفاعاتها من تعبير
(شكل رقم ٧٢م) .

١٠ - التساقط :

يوضح على لوحات الطقس نوع التساقط الذى يسجل في وقت الرصد
وصورته إن كان على هيئة مطر ، أو كان على صورة ثلج ، أو كان من مطر
وثلج معاً . كما يوضح مدى كثافة التكاثف وحرارته . ونستخدم رموزاً
إصطلاحية لبيان نوع التكاثف وكثافته توقع على لوحة الطقس بجوار الدائرة
التي تمثل محطة الرصد الجوى . (شكل رقم ٧٣م) .

الضباب	الرذاذ
	ضباب ومدى الرؤية أقل من كيلومتر واحد
	ضباب متوسط يخف
	ضباب كثيف يخف
	ضباب يتزايد كثافته ويحجب السماء
	ضباب يتزايد ولا يحجب السماء
	ضباب مستقر لا يحجب السماء
	ضباب مستقر يحجب السماء
	ضباب يتزايد سمكه ولا يحجب السماء
	ضباب يتزايد سمكه ويحجب السماء
	ضباب مبعثر
	رذاذ خفيف
	رذاذ خفيف غير مستمر
	رذاذ خفيف مستمر
	رذاذ متوسط غير مستمر
	رذاذ متوسط مستمر
	رذاذ غزير متقطع
	رذاذ غزير مستمر
	رذاذ مع ضباب
	رذاذ خفيف مع مطر
	رذاذ غزير مع مطر

(شكل رقم ٧١)

الرموز الخاصة بتوزيع صور التكاثر قريباً من سطح الأرض
على خرائط الطقس

أولاً السحب المنخفضة

ركام بسيط		ركام على شكل صفوف	
ركام كثيف منتفخ		ركام من قسم	
ركام مزلي		ركام مندمج وطبقي	
ركام طبقي		ركام قلاعي	
طبقة ركام طبقي		ركام طبقي مترابك	

--- سحب منخفضة متقطعة ثالثاً : السحب المرتفعة .

ركام بسيط مع طبقي		سمحاق رقيق مبعثر	
ركام مزلي وطبقي		سمحاق رقيق غير طبقي	
ركام كثيف متقطع		سمحاق كثيف سندان	
السماء صحو		سمحاق خطافي الشكل	

ثانياً : السحب متوسطة الارتفاع :

طبقي رقيق		سمحاق طبقي < ٤٥'	
طبقي سميك		سمحاق طبقي يغطي السماء	
ركام رقيق		سمحاق طبقي لا يغطي السماء	
ركام لوزي.		سمحاق ركامي مندمج	

الشكل

(شكل رقم ٧٢)

الرموز الخاصة بتوزيع أنواع السحب المختلفة
على خرائط الطقس

المطر	الثلج
(٠)	ثلج (*)
مطر خفيف	ثلج
٠	مطر خفيف ومتقطع
٠٠	مطر خفيف ومستمر
:	مطر متوسط ومتقطع
::	مطر متوسط مستمر
:	مطر غزير متقطع
::	مطر غزير مستمر
≡	مطر مع ضباب
*	مطر متوسط مع ثلج
*	مطر غزير مع ثلج

(شكل رقم ٧٣)

الرموز الخاصة بتوزيع المطر على
عرائط الطقس.

أهمية خرائط الطقس

تمثل خرائط الطقس سجلاً للظروف والأحوال الجوية السائدة في الحيز الجغرافي يضم كل عناصر الجو ، ويوضح كل التغيرات اليومية التي تحدث ، وتسجل الحالات الشاذة التي لا توضحها الخرائط المناخية العامة . ويمكن للنظام الدولي المتبع في تبادل لوحات الطقس بين المراكز الجوية المختلفة د حل حدود منطقة ظهير الدولة وحيز التأثير والتأثر من تكوين صورة كاملة عن أحوال الجو المحيطة كما تعين الآن الصور الفضائية على إكمال هذه الصورة .

وتعتبر لوحات الطقس ذات أهمية خاصة في مجال التنبؤ بحالة الجو لفترة مستقبلية وما لذلك من أثر بالغ على الحياة اليومية للإنسان وعلى أوجه نشاطه المختلفة . فمعرفة أحوال الطقس المتوقعة تهيء للإنسان الإستخدام الأمثل لموارده وأن يستعد لمواجهة الظروف الجوية المحتملة خاصة في مجال النقل الجوي بصفة خاصة وما تشكله أحوال الطقس ومدى معرفتها من أهمية في تحقيق الأمان الجوي . كذلك الحال بالنسبة للملاحة الساحلية وأعمال الصيد ، وكذلك طبيعة الحركة على الطرق البرية والإستعدادات الواجبة لضمان الأمان على الطرق تحت ظروف الطقس غير المواتية .

ويعتبر التعرف على حالة الجو المتوقعة من الأمور المهمة أيضاً في مجال الزراعة والتنبؤ بحدوث بعض الظواهر التي قد تؤثر سلباً على إنتاج الزراعة والتحسب لها ، أو الظروف المناسبة وحس استغلالها . ولخريطة الطقس أهميتها في مجال النشاط السياحي أيضاً وتحديد الأوقات الأنسب للنشاط السياحي ، ولإستبعاد الأوقات التي يسودها الطقس المضطرب غير المناسب .

وتعتبر لوحات الطقس وأحواله الحالية والمتوقعة مهمة جداً في مجال أنحاث الفضاء وإطلاق مركباته إلى الفضاء الخارجي ، وفي المجال العسكري لتحديد الأوقات المناسبة لعمليات التدريب أو المناورات أو الهجوم .

وتتضح أهمية لوحات الطقس في الدراسات الجغرافية المناخية إذ تعتبر أساساً لتحديد الظروف المناخية السائدة على إمتداد مساحة زمنية طويلة ، وتوضح المصفة الغالبة على الأحوال الجوية وكذلك الخصائص المميزة لاقليم الدراسة

والظواهر الخاصة التي تحدث على فترات متباعدة ذلك لأن خريطة الطقس تسجل كل ما يطرأ على الجو من تغير وتوضح جميع عناصر الجو التي لا توضحها الخرائط المناخية التي تهتم بالعناصر الأساسية التي لها صفة الإستمرار .

ثانياً : الخرائط المناخية

تعتبر الخرائط المناخية من الخرائط الجغرافية المهمة التي توضح الظروف المناخية السائدة في العالم ككل أو في قارة من قارات العالم ، أو من إقليم من أقاليم العالم الجغرافية الكبرى ، أو داخل حدود دولة معينة أو في حيز جغرافي محدود المساحة . وتوضح الخرائط المناخية عناصر المناخ الأساسية درجة الحرارة والضغط الجوى والرياح والتساقط ، وقد تختص الخريطة المناخية بعنصر واحد من هذه العناصر أو أن تجمع بين عنصرين منها أو أكثر بينهما علاقة تؤثر مباشرة في النشاط البشرى .

وتعتمد الخرائط المناخية في مادتها العلمية على المعدلات للأرصاء الجوية لعناصر الطقس خلال فترة طويلة من شأنها أن توضح الصفة الغالبة على عناصر الجو السائدة . وتعتبر الخرائط المناخية خرائط عامة تستخدم في الوصف والتحليل والتعليل والربط ومن ثم فإن ما يوزع عليها من قيم يخضع لعدد من التعديلات يمكن من صحة المقارنة و يتيح الربط بين المناطق المختلفة ، ويسر الإستقرار والإستنتاج .

١ - الخرائط المناخية لعنصر الحرارة :

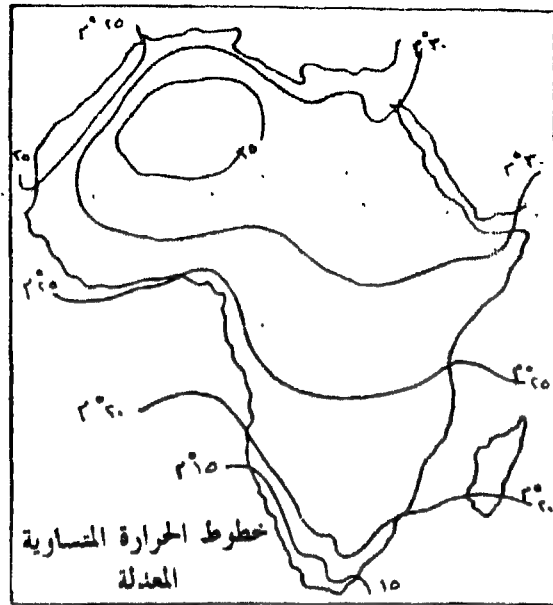
توضح هذه الخرائط المتوسطات الشهرية أو الفصلية أو السنوية لدرجة الحرارة ، أو توضح معدلات درجات الحرارة خلال مدة طويلة من الزمن . ويستخدم رمز الخط الكمي في توزيع هذه الظاهرة بخطوط الحرارة المتساوية التي ترسم على الخرائط لتربط بين المناطق التي تتسار في متوسطاتها أو في معدلاتها الحرارية .

وترسم خطوط الحرارة المتساوية على أساس درجات الحرارة المعدلة إلى متوسط منسوب سطح البحر حتى تصبح المقارنة ممكنة ويصح الإستنتاج خاصة في الخرائط التي تغطي مساحة كبيرة وعدداً متبايناً من الأقاليم الجغرافية... على حين ترسم خطوط التساوى في الخرائط المناخية الإقليمية أو المحلية التي تغطي حيزاً مكانياً محدود الإمتداد على أساس الدرجات الفعلية بهدف تحقيق فائدة محلية من خرائط واقعية . ويختلف الفاصل الحرارى بين خط وآخر بفترة تناسب مع الفارق في درجات الحرارة داخل الاقليم الموضح على الخريطة ، وتبعاً لما يسمح به مقياس رسمها . وتستخدم الألوان المتدرجة أو التظليل المتدرج لتصبح الخريطة أكثر تعبيراً عن التغير في درجات الحرارة واتجاه هذا التغير . (شكل رقم ٧٤) .

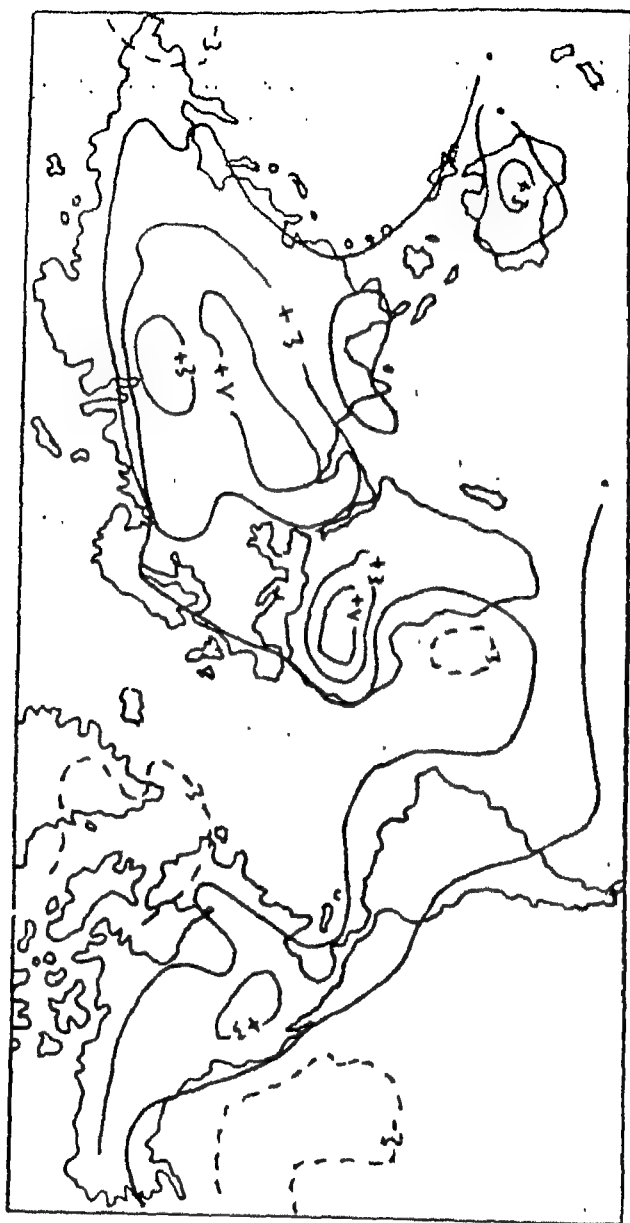
وتعد خرائط الانحراف الحرارى من الخرائط المناخية التي توضح الانحراف عن متوسط درجة حرارة دائرة العرض . وتستخدم خطوط التساوى لتوزيع المناطق التي تتساوى في درجة انحراف متوسطاتها الحرارية أو معدلات درجة حرارتها عن المتوسط أو المعدل لدرجة العرض الذى تقع عليه كل منها . ويميز بين الخطوط التي تدل على الانحراف الموجب ، وتلك التي تدل على الانحراف السالب إما باللون أو بنوعين مختلفين من الخطوط المنحنية ويكتب على كل خط قيمته مع الإشارة الموجبة أو السالبة (شكل رقم ٧٥) .

وترسم خرائط مناخية لتمثيل المدى الحرارى بأنواعه اليومي والفصلى والسنوى وتستخدم خطوط التساوى في توزيع المدى الحرارى على الخرائط المناخية .

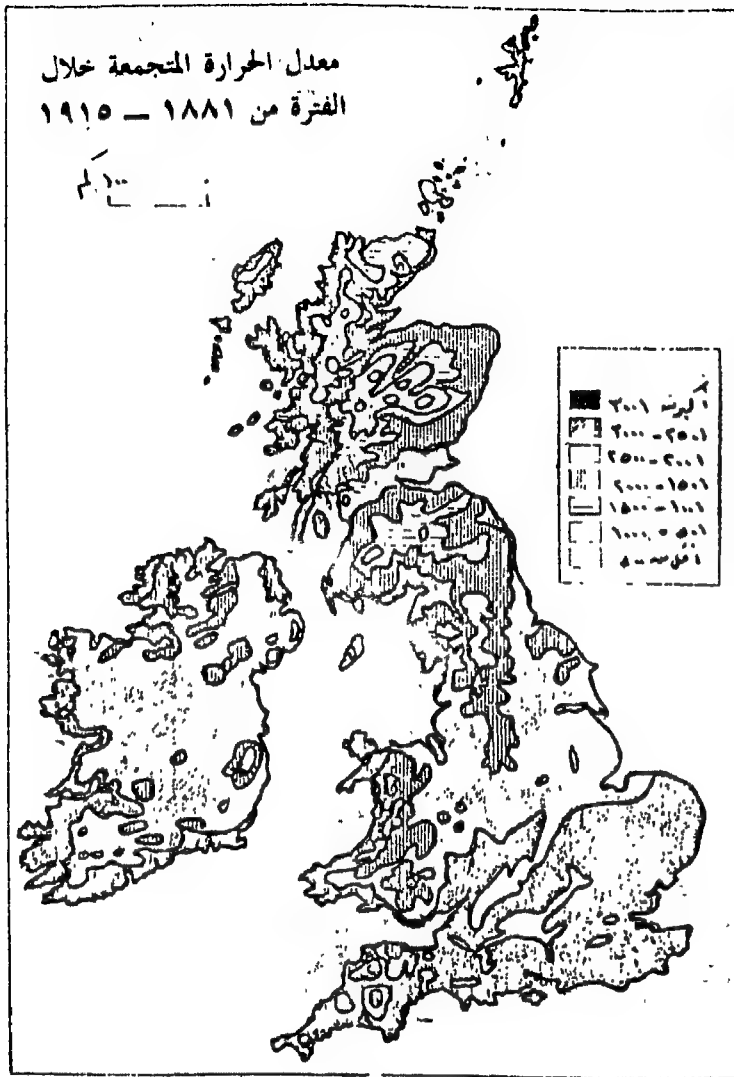
كما تستخدم خطوط التساوى أيضاً في تمثيل ما يعرف بالحرارة المتجمعة وهي درجات الحرارة المتجمعة فوق الدرجة الحدية للإنبات وهي ٤° مئوية أو ٤٢,٨° فهرنهايت وتجمع درجات الحرارة خلال أيام الشهر أو الفصل أو السنة . وترسم على أساس القيم المتجمعة لدرجات الحرارة فوق الحدية بخطوط التساوى وتظلل المناطق فيما بين خطوط التساوى بظل أو لون متدرج . (شكل رقم ٧٦) .



(شكل رقم ٧٤١)
خطوط الحرارة المتساوية المعدلة والفعلية



خطوط الإنحراف الحرارى التساوية
(شكل رقم ٧٥)



(شكل رقم ٧٦)

٢ — الخرائط المناخية لعنصرى الضغط الجوى والرياح :

يعتبر عنصر الضغط الجوى من العناصر المهمة على الخرائط المناخية ، فعلى أساس توزيعات الضغط الجوى وإتجاهه يمكن تعيين مناطق الضغط الجوى المرتفع ، ومناطق الضغط الجوى المنخفض وبالتالي تعيين إتجاه الرياح وخصائصها . ويوقع الضغط الجوى على الخرائط المناخية بإستخدام الرموز الخطية الكمية ، فترسم خطوط الضغط المتساوى على أساس المعدلات الشهرية أو الفصلية بعد تعديل قيم الأرصاد الجوية حتى يمكن المقارنة بين المناطق المختلفة على أسس سليمة . ويتم تعديل قيم الضغط الجوى إلى الضغط الجوى عند متوسط منسوب سطح البحر أى مستوى المقارنة ، كما تعدل القيم أيضاً إلى القيم عند دائرة عرض ٤٥° شمالاً وجنوباً كمتوسط لتأثير الجاذبية الأرضية بغرض أن تكون المقارنة على أساس واحد ، كذلك تعدل قيم الضغط الجوى أيضاً إلى القيم المناظرة عند درجة حرارة الصفر المئوى . وترسم خطوط التساوى على خرائط المناخ على أساس هذه القيم المعدلة للضغط الجوى . وعادة ما ترسم خرائط الضغط الجوى المناخية على أساس فصلى نظراً لحركة الشمس الظاهرية وتأثير ذلك على تغير نظم الضغط الجوى على كل من اليابس والماء ، وكذلك ترحزح مناطق الضغط الجوى الثابتة وما يترتب على ذلك من توزيعات جديدة لنظم الضغط الجوى وتغير فى إتجاه الرياح السائدة وفى خصائصها . وتضم الخرائط المناخية الخاصة بتوزيع الضغط الجوى توزيعاً لعنصر الرياح الدائمة يمثل الصفة الغالبة على إتجاه الرياح ، توزع بإستخدام رموز خطية نوعية تدل على الإتجاه الذى تتخذه الرياح وتميز أحياناً هذه الأسهم باللون الأحمر للدلالة على الرياح الدفيئة وباللون الأزرق لتدل على الرياح الباردة وجميع الأسهم تكون بطول واحد وبسمك واحد أيضاً .
(شكل رقم ٧٧ : — أ) .

٣ — الخرائط المناخية لعنصر المطر :

يوزع معدل المطر الفصلى أو السنوى على الخرائط المناخية بإستخدام رمز الخط الكسرى ، فترسم خطوط المطر المتساوى بخطوط تميز باللون الأزرق عادة . وتلون المساحات المحصورة فيما بين خطوط التساوى بالألوان

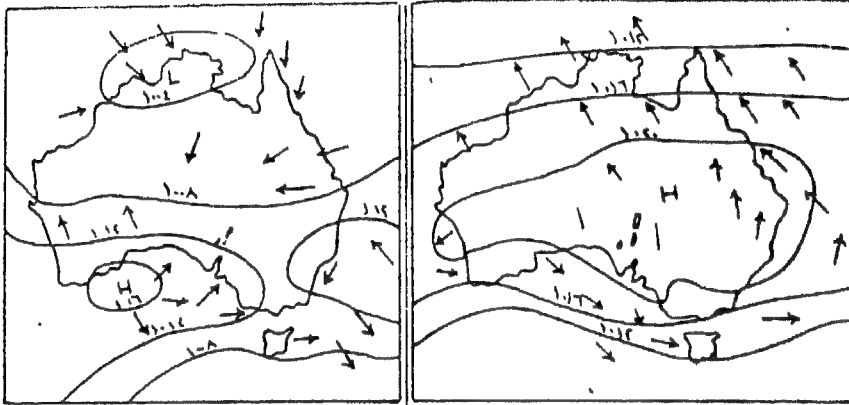
المتدرجة ، وتميز المناطق الجافة وشبه الجافة والقطبية باللون الأصفر الداكن ، وتميز المناطق الرطبة والمعتدلة باللون الأزرق بدرجاته لبيان الزيادة في كمية الأمطار الساقطة والتدرج في القيمة تبعاً للظروف الجغرافية التي تؤثر في كمية المطر ونظامه . وترسم خرائط المطر على أساس سنوي لبيان معدل ما أصاب المنطقة من أمطار طوال العام ، على أن ترسم على أساس فصلي لبيان التغير في توزيع الأمطار وكمياتها في فصل الشتاء عنها في فصل الصيف ، تبعاً لمعدل ما أصاب المنطقة من أمطار في الفترة من شهر نوفمبر حتى شهر أبريل لفصل الشتاء ، وفي الفترة من شهر مايو حتى شهر أكتوبر لفصل الصيف . وغالباً ما يوضح على الخريطة المناخية لتوزيع الأمطار الفصلية خطوط الضغط المتساوي ، وكذلك إتجاه الرياح السائدة . (شكل رقم ٧٧ - ب) ، (شكل رقم ٧٨) .

ثالثاً : خرائط الأقاليم المناخية .

تعتبر خرائط الأقاليم المناخية محصلة الدراسات الجغرافية لعناصر المناخ المختلفة . ويقسم العالم إلى أقاليم مناخية على أسس مختلفة تتفق في الهدف وهو تمييز الحيز المكاني بنوع معلوم من المناخ السائد له خصائصه ومميزاته التي تجعله يختلف عن غيره ، ويتكرر وجوده في مناطق أخرى تتشابه معه في أحوال عناصر المناخ السائدة . ويتم تقسيم العالم إلى أقاليم مناخية على أسس تختلف باختلاف وجهة النظر الجغرافية للعنصر المناخي الأساسي للتقسيم . فبعض التقسيمات تعتمد على عنصرى الحرارة والمطر ، وأخرى تعتمد على عنصرى الحرارة والرطوبة ، وثالثة على التوزيع الجغرافي للنبات الطبيعي بإعتباره إنعكاساً للخصائص المناخية ، ورابعة على مقدار صافي الإشعاع الشمسى والمطر ، وخامسة على أساس نوع الكتل الهوائية التي تؤثر في الأقاليم المختلفة . ومن أهم التقسيمات المستخدمة في الجغرافيا لتقسيم العالم إلى أقاليم مناخية تقسيم ديمارتون ، أوستن ميلر ، كوبن ، تريوارثا، ثورنثويت ، بوديكو ، فلون . وترسم خريطة الأقاليم المناخية باستخدام الرمز المساحى النوعي فتحدد المساحة التي يشغلها كل إقليم مناخي ثم تميز إما برموز الحروف اللاتينية ، أو بالظليل

المتناقض لبيان إختلاف النوع إلى جانب الرمز الهجائي اللاتيني الكبير للدلالة على الإقليم المناخى الأساسى والصغير للدلالة على الأقاليم الثانوية التابعة للإقليم الأصيل . (شكل رقم ٧٩٠ ، وشكل رقم ١٨٠) .

(شكل رقم ٧٧٠ - أ)



خطوط الضغط المتساوى وإتجاهات الرياح (صيفاً) خطوط الضغط المتساوى وإتجاهات الرياح (شتاء)

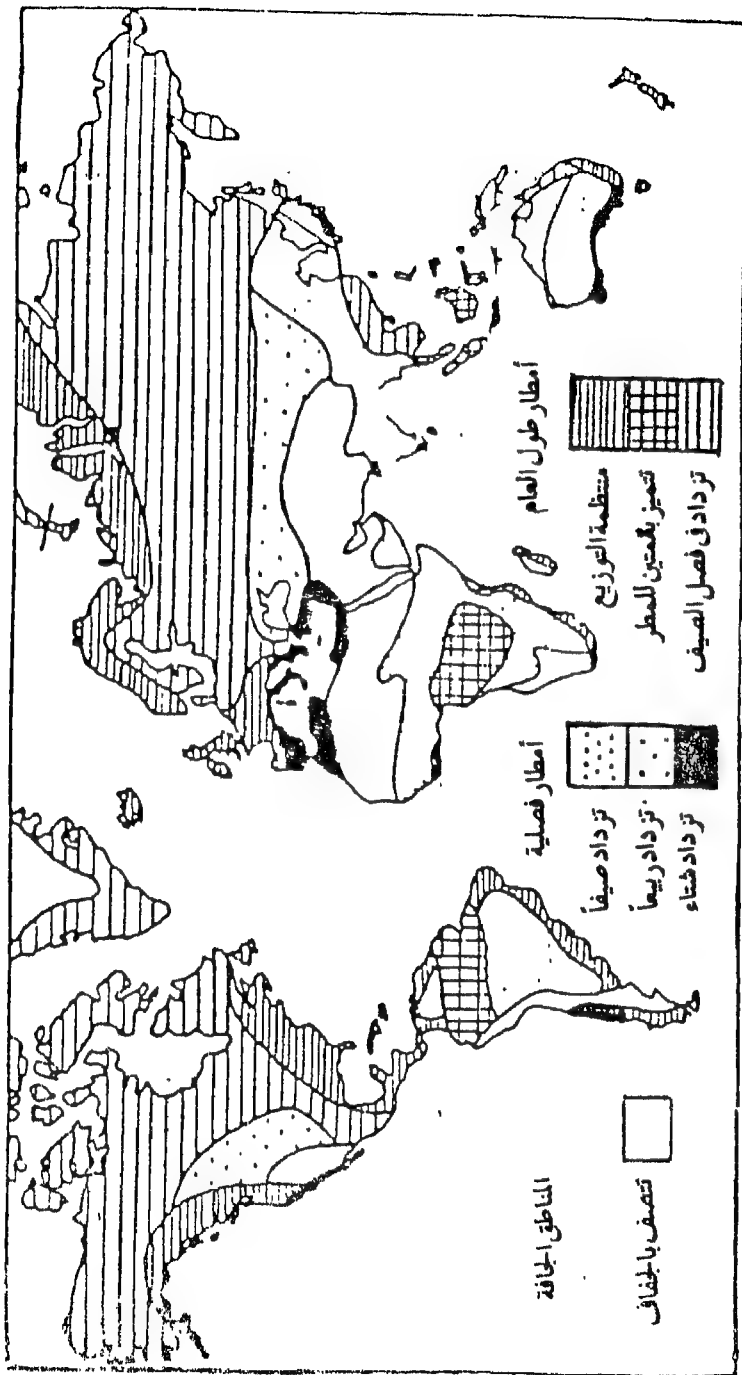
(شكل رقم ٧٧ - ب)



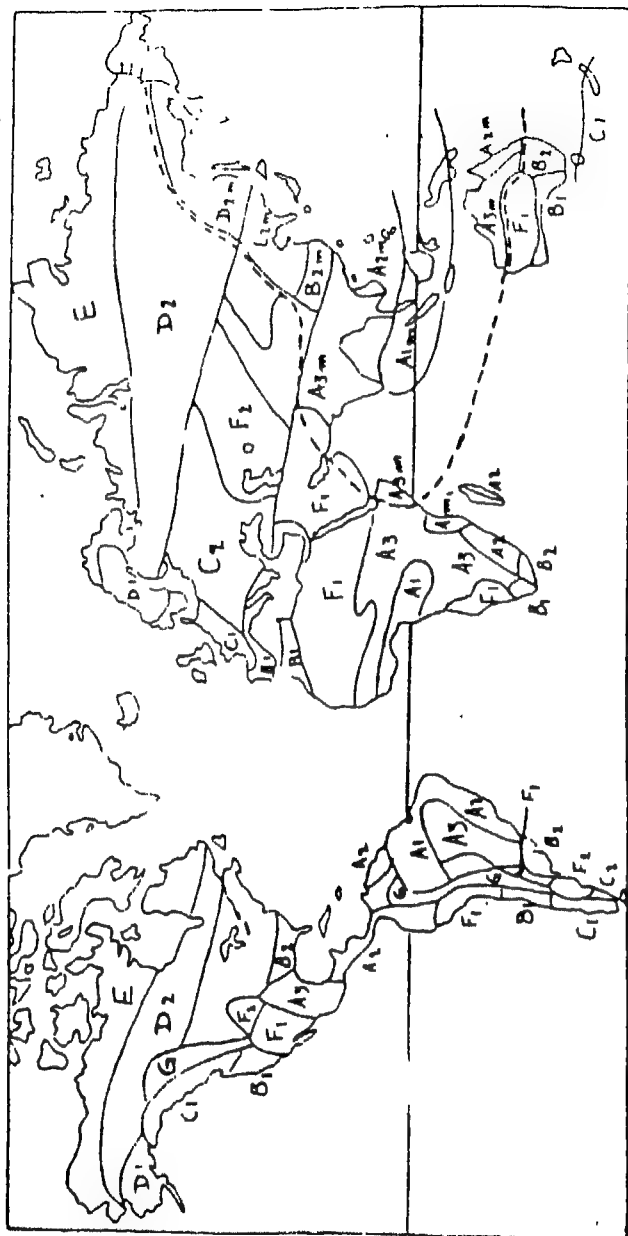
خطوط المطر المتساوى (صيفاً)

خطوط المطر المتساوى (شتاء) .

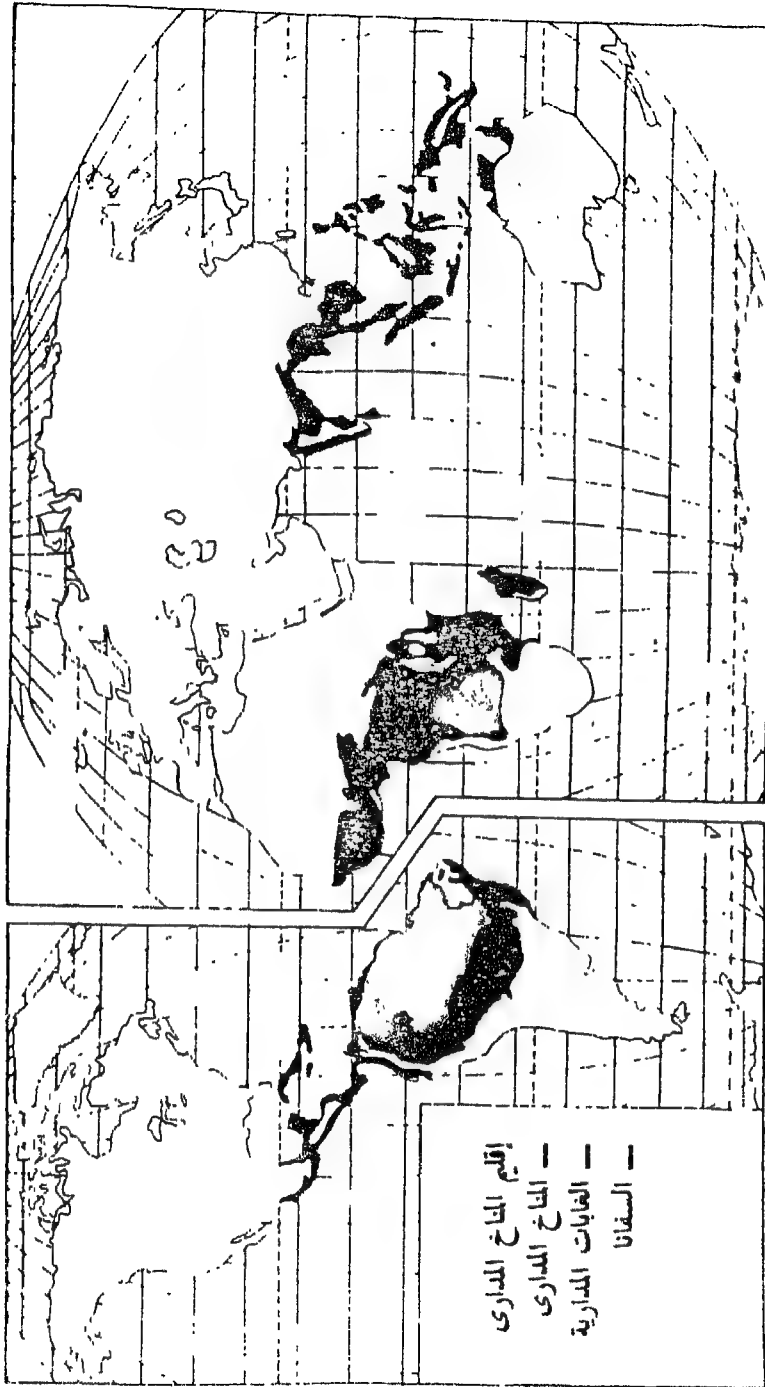
(شكل رقم ٧٧)



(شكل رقم ٧٨٠)
التوزيع الجغرافي لعنصر المطر تبعاً لنظم المطر



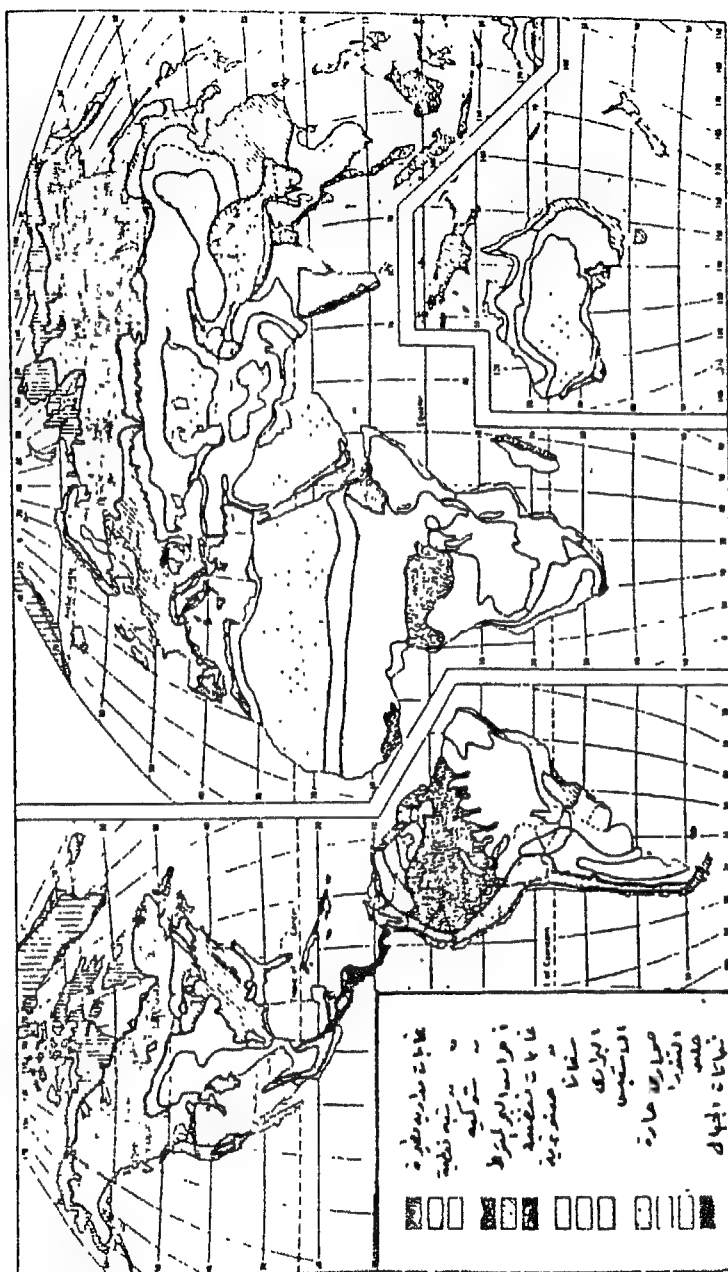
(شكل رقم ٧٩)
الأقاليم الناحية تبعاً لتقسيم أوستن ميلر



(شكل رقم ٨٠)
التوزيع الجغرافى لإقليم المناخ المدارى
وفق التقسيم المناخى تروپيكا

رابعاً : خرائط النبات الطبيعي

يعد النبات الطبيعي عنصراً من عناصر الغلاف الحيوى للأرض ، وهو نتيجة للتفاعل بين أنواع الصخور التى تشقق منها التربة التى هى موطن النبات ، وبين الظروف المناخية التى تحدد النوع والكم والتوزيع . وتختلف النباتات الطبيعية فى خصائصها باختلاف الظروف المناخية حتى يكاد يصح النبات الطبيعي دليلاً على نمط مناخى سائد . ويكاد يتفق توزيع النبات الطبيعي مع الأقاليم الحرارية العامة على سطح الأرض ، ولكل إقليم من الأقاليم المناخية نباته الطبيعي الذى يميزه . ويمكن أن نقسم العالم إلى أقاليم رئيسية للنبات الطبيعي هى الغابات ، والحشائش ونباتات الصحارى ، والتندرا ، ونباتات الجبال . وينقسم كل إقليم رئيسى إلى عدد من الأقاليم الفرعية فالغابات تتنوع ما بين الغابات المدارية (المطيرة ، شبه النفضية ، الشوكية) ، وغابات المناطق المعتدلة (شبه المدارية الرطبة ، النفضية والمخروطية المختلطة ، أحراش البحر المتوسط) ، وغابات المناطق الباردة . وتنوع الحشائش بدورها فتشمل حشائش السفانا والبرارى والاستبس . وهكذا نجد أن هناك عدة أنواع من النبات الطبيعي تتوزع على الخرائط لتشغل مساحات محددة تفصل فيما بينها مناطق إنتقالية . ويستخدم فى تمثيل النبات الطبيعي على الخرائط رمز المساحة النوعى فتحدد مساحة كل نوع من أنواع النبات الطبيعي وتلون أو تظلل بلون أو ظل متناقض غير متدرج للتمييز بين كل نوع وآخر ، وتوضح المناطق الانتقالية بين كل نوعين مختلفين بلون أو ظل مختلف أو بتداخل الألوان والظلال المستخدمة لتوضيح كل نوع منهما . (شكل رقم ١٨١)



الفصل السادس

الخرائط البحرية

الخرائط البحرية

تعتبر الخرائط البحرية عين الملاح التي يرى بها القاع من تحت الماء . وتهم الخرائط البحرية ببيان الأعماق تحت سطح البحر ، ومستويات سطح البحر ما بين مد وجزر ، وكذلك التيارات البحرية الدائمة والموسمية والمؤقتة ، هذا بالإضافة إلى المعالم البحرية ، والمنارات البحرية . ويستخدم في إنشاء الخرائط البحرية التي تستخدم أساساً في عمليات الملاحة المساقط المركزية التي تحقق شرط الاتجاه الصحيح ، وتحقيق الاتجاه المستقيم الثابت وكذلك أقصر المسافات بين المواقع على الخرائط البحرية . ومن ثم فإن للخريطة البحرية ما يميزها عن الخرائط الجغرافية التي تهتم بظواهر سطح الأرض اليابسة .

أنواع الخرائط البحرية :

من الممكن تصنيف الخرائط البحرية على أساس الغرض منها ، وعلى أساس منطقة استخدامها وكذلك مقاييس رسمها إلى ثلاثة أنواع هي :

- ١ — المخططات أو المشارف .
- ٢ — الخرائط البحرية الساحلية .
- ٣ — الخرائط البحرية المحيطية .

أولاً : المخططات أو المشارف :

ويقصد بالمخططات أو المشارف الخرائط البحرية التي تهتم بمناطق الإقتراب من الموانئ وبتفاصيل الموانئ المختلفة . وترسم هذه الخرائط بمقياس رسم كبير من ١ : ٥٠٠٠٠ فأكبر حتى يسمح مقياس الرسم ببيان التفاصيل المطلوب بيانها على هذه الخرائط . وأحياناً ما يوقع الميناء على خريطة ، على حين توقع مشارف الميناء أو منطقة الإقتراب على خريطة أخرى . والمخططات والمشارف وجميع أنواع الخرائط البحرية على اختلاف مقاييس رسمها توقع على لوحات متساوية في القطع لتيسير عمليات الفهرسة والحفظ في المكان المحدد لحفظها على السفن .

ويستخدم الاسقاط المركزى لتوقيع الهيكل الجغرافى على خرائط الإقتراب وخرائط الموانئ ، لأنه يحقق أفضل صورة غير مشوهة للمناطق محدودة المساحة . ويفضل إستخدام مسقط مركاتور المستعرض لأنه يحقق الصور القريبة إلى الصحة ، وهو إسقاط متشابه ينتج عن تماس إسطوانة من الورق بسطح الكرة الأرضية حول أى خط من خطوط الزوال ، وعلى ذلك فكل الظواهر حول خط التماس تظهر على الخريطة الناتجة ممثلة تمثيلاً صادقاً صحيحاً مطابقاً لما هو على الطبيعة .

ويظهر على خرائط الموانئ والإقتراب المعروفة بالمخططات أو المشارف جميع التفاصيل البحرية والبرية بتفصيل شديد ، خاصة وأن مناطق الإقتراب عادة ما تكون ممراتها الملاحية ضيقة تحف بها الأخطار الملاحية ، بالإضافة إلى الأعماق الضحلة قرب اليابس . ومن ثم يجب أن تظهر كل المعالم على المخططات واضحة ودقيقة لضمان وتأمين الملاحة عبر المجازى الملاحية للسفن . فيظهر على المخططات أو المشارف كل معالم الميناء كاملة وأرصعة الرسو والأرصعة المساعدة ، وخطوط السكك الحديدية وأدوات الشحن والتفريغ والمخازن بالإضافة إلى مرافق الميناء الأخرى الإدارية والفنية . هذا عن الميناء على اليابس ، أما عن المسطح البحرى أمام الميناء ومنطقة الإقتراب منها فتوقع خطوط العمق المتساوى بفاصل رأسى صغير يتناسب مع الأعماق الضحلة مع أكبر عدد ممكن من نقط الأعماق . ويكتب على خريطة الموانئ أو الإقتراب البيانات الخاصة بحركات المد والجزر ، وتزود بمقياس خطى دقيق مقارنة .

ثانياً : الخرائط البحرية الساحلية :

توضح الخرائط البحرية الساحلية المنطقة الساحلية بين مينائين مهمين على نفس إمتداد خط الساحل . وتستخدم الخرائط البحرية الساحلية في الملاحة الساحلية أى قريباً من خط الساحل . وتوقع هذه الخرائط بقياس رسم متوسط من ١ : ١٠٠٠٠٠ إلى ١ : ٣٠٠٠٠٠ تبعاً لإمتداد خط الساحل الذى توضحه ، وحسب القطع المحدد لبيانه .

وتظهر المعالم البرية لليابس المجاور ، والمناطق المرتفعة الطبيعية والبشرية التى يستعان بها في تحديد مواقع السفن فى البحر على الخرائط البحرية الساحلية .

وتوقع مواقع المنارات الملاحية التي يزيد مدى رؤيتها عن ١٠ أميال بحرية وتوضح جميع خصائصها من حيث الشكل للتعرف عليها نهائياً ، ونوع ولون وفترة الوميض الضوئي لها ليلاً .

وتظهر المعالم البحرية بإستخدام خطوط العمق المتساوي . بفواصل رأسى ١٠ أمتار أو ٢٠ متراً بحسب طبيعة عمق المياه أمام الساحل . وتوضح الخريطة أيضاً إتجاهات وسرعات التيارات البحرية التي تمر بموازاة الساحل ، هذا بالإضافة إلى الأخطار الملاحية مثل الحطام الغارق أو خطوط الأنابيب أو الصرف الممتدة أمام الساحل .

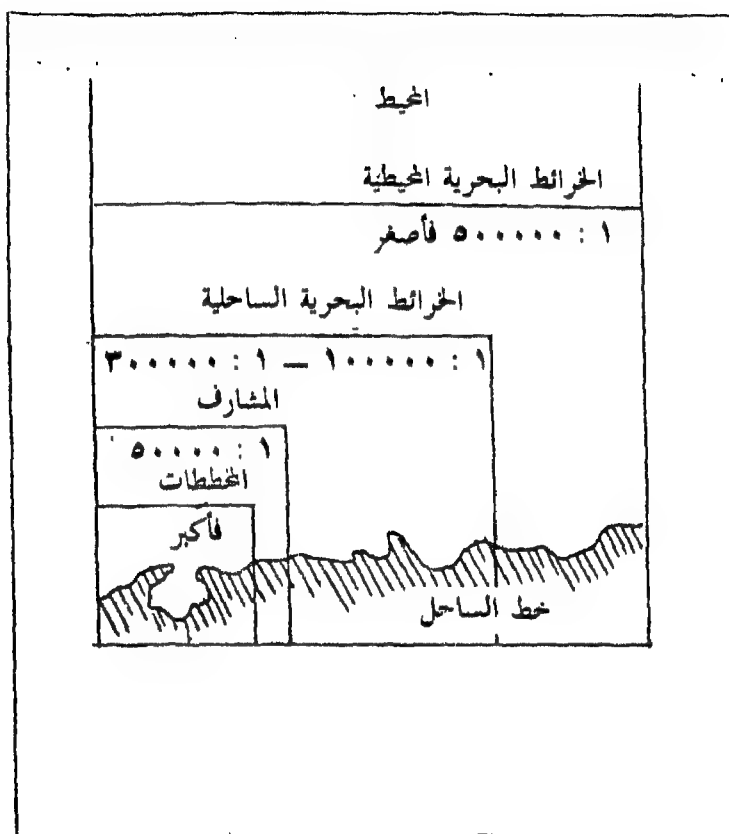
ثالثاً : الخرائط البحرية المحيطية :

تستخدم هذه الخرائط في العمليات الملاحية عبر مسطحات بحرية متسعة الإمتداد وكبيرة المساحة . وترسم هذه الخرائط بمقاييس رسم صغيرة تسمح ببيان هذه المساحات البحرية المتسعة . وليس بالضرورة أن يظهر على هذه الخرائط بحاراً هامشية بأكملها ، أو محيطاً بكامله وإنما يقسم المسطح البحرى إلى أجزاء يوضح كل منها على خريطة بحرية محيطية منفصلة وتكمل كل خريطة الأخرى .

تبعاً لمقياس رسم الخرائط البحرية المحيطية فإن المعالم التفصيلية لخطوط السواحل لا تظهر ، حيث تستخدم هذه الخرائط في العمليات الملاحية بعيداً عن خطوط السواحل . ومع ذلك فإن المنارات الرئيسية التي يزيد مدى رؤيتها على ٢٠ ميلاً بحرياً توقع على هذه الخرائط مع كثافة جميع خصائصها نهائياً وليلاً . وتظهر المعالم البحرية بإستخدام خطوط العمق المتساوي بفواصل رأسى كبير نسبياً يبدأ من الرصيف القارى ، ويتغير هذا الفاصل الرأسى تبعاً للتغيرات التي قد تطرأ على تضاريس قيعان البحار والمحيطات مما يؤثر على عمق المياه في بعض المناطق مثل المناطق التي تنتشر بها المخاريط البركانية وحيث ترتفع السلاسل المحيطية ، وكذلك حيث العوائق الملاحية البشرية مثل السفن الغارقة .

وتزود الخرائط المحيطية ببيان عن درجة الاختلاف المغناطيسى في المواقع المختلفة الموضحة على الخريطة البحرية المحيطية . إذ أنها تعبر تغيراً واضحاً من

شأنه أن يؤثر على العمليات الملاحية تبعاً لإتساع المنطقة التي تعرض لها الخريطة البحرية المحيطية . (شكل رقم ٨٢) .



(شكل رقم ٨٢)
أنواع الخرائط البحرية

أسلوب إنشاء الخرائط البحرية

تستخدم بعض دول العالم التي لها واجهات بحرية نظاماً شمولياً عند إنشاء مجموعات الخرائط البحرية من مخططات ومشارف ، وخرائط ساحلية ، وخرائط محيطية . وتبدأ هذه الدول بإنشاء خريطة بحرية بمقياس رسم صغير لمنطقتها البحرية ، ثم تقسم المنطقة إلى مناطق أصغر يرسم لها خرائطها البحرية بمقاييس رسم متوسطة ، ثم تقسم المناطق إلى مناطق أصغر يرسم لها خرائطها البحرية بمقاييس رسم كبير . ومن ثم يتوفر لدى الدولة نظام خرائطى شامل لمنطقتها البحرية . ويتميز النظام الشمولى المتبع فى إنشاء الخرائط البحرية بدقته وبإمكانية تنسيق مجموعات الخرائط البحرية وفق نظام احداثى خاص وفهرستها وبالتالي تأمين الملاحه بصورة مرضية . ويتطلب إنشاء مثل هذا النظام قدرات وإمكانات لا تتوفر للعديد من الدول ، لا سيما وأن هناك دولاً لم تستكمل بعد خرائط أراضيها فوق اليابس . وتستعيز الدول التي تفتقر إلى إمكانات تنفيذ النظام الشمولى بنظام أقل شمولاً ولكنه يحقق الغرض . فتبدأ بإنشاء خرائط بحرية لموانئها بمقياس رسم كبير يسمح ببيان التفاصيل الضرورية ، وكذلك عدد من الخرائط متوسطة المقياس لمشارف موانئها وللمنطقة حول الميناء ، ثم تنشئ خريطة بمقياس رسم صغير للساحل الذى يربط مينائها بميناء مجاور ، ثم ترسم الخرائط البحرية بمقياس رسم أصغر لمنطقتها البحرية . وتقوم الدول بتنفيذ ذلك تبعاً لأهمية نوع الخرائط النسبى لإقتصادياتها ، وتبعاً لمدى توفر الإمكانيات لديها لتنفيذ ذلك .

خطوات إنشاء الخريطة البحرية :

١ — خريطة الأساس :

يتم إنشاء خريطة أساس للخريطة البحرية بتوقيع الهيكل الجغرافى لشبكة خطوط الطول ودوائر العرض للمنطقة موضوع الخريطة البحرية . ويتم ذلك باستخدام الإسقاط المركاتورى المستعرض ثم يتم توقيع البيانات الأساسية على الهيكل الجغرافى مثل المواقع الرئيسية المهمة وتعرف باسم نقاط التحكم

كنقط المثلثات ورءوس المضلعات ، وكذلك توقيع خط الساحل والظواهر المهمة ملاحياً مثل الشطوط الرملية ، والصخور والشعاب المرجانية ، وكذلك الأخطار الملاحية بالقرب من الساحل . وبالنسبة لخريطة المخططات والمشارف توقع جميع المعالم والتفاصيل التى على اليابس ، إذ يعتبر التعرف على اليابس من البحر ضرورة ملاحية . ويوقع على الخرائط الساحلية بعض التفاصيل الطبوغرافية لليابس ، مع بيان المواقع المرتفعة التى تظهر من البحر وتسجيل إرتفاعاتها للإستعانة بها فى تحديد مواقع وأبعاد السفن فى البحر .

٢ - تحديد الأعماق وتوقيعها :

تعتبر عملية تحديد الأعماق فى البحار التى تعرف بعملية الجس من أهم خطوات إنشاء البحرية ، إذ أنها تعطى صورة القاع غير الظاهر تحت سطح الماء . وهى بذلك تجعل من الخريطة البحرية عيناً للقارئ وللدارس وللملاح يرى بها تضاريس قيعان البحار والمحيطات وما يعترضها من تغير من موقع إلى آخر . بالإضافة إلى ما قد تضيفه المخلفات الغارقة البشرية إلى المظهر المورفولوجى الطبيعى .

ويتوقف على دقة عمليات تحديد الأعماق دقة نقل المظهر التضارىسى للقاع الذى تصوره نقط الأعماق وخطوط العمق المتساوى على الخرائط البحرية . وتعد عمليات تحديد الأعماق أساساً فى الدراسات العلمية والعملية عند تحديد الطرق الملاحية عبر المسطحات المائية من بحار ومحيطات ، وعند إنشاء الموانى والأرصفة وحواجز الأمواج ، وفى عمليات النقل عبر الأنابيب ، ومد خطوط الإتصال تحت سطح البحر ، بالإضافة إلى تحديد منطقة الرصيف القارى وبالتالى تحديد نطاق الإستغلال الإقتصادى للبحار والمحيطات أمام سواحل الدول المختلفة .

وتباين دقة عمليات الجس وقياس الأعماق تبعاً للغرض منها كما يختلف أسلوب التنفيذ كذلك . فقد تختلف دقة القياس ما بين جزء من المتر الواحد كما هى الحال عند مداخل الأنهار من البحار ، وعند مناطق المشارف والإقتراب ، وبين ١٠٠٠٠ متراً فى حالة الجسات العلمية كتلك التى سجلت بالقرب من

جزيرة « جوام » بالمحيط الهادى فى عام ١٩٣٠ ، وكذلك الجسة التى سجلت بالقرب من جزر « ماريانا » بالمحيط الهادى فى عام ١٩٥٨ .

أساليب تقدير الأعماق :

أولاً : طريقة الجس بالرصـد على ثلاث نقط :

وتعد هذه الطريقة من أوسع طرق تقدير الأعماق إستخداماً . وتستخدم طريقة الجس بالرصـد على ثلاث نقط فى قياس الأعماق لتحديد الطرق الملاحية على الخرائط البحرية .

وتتلخص هذه الطريقة فى الخطوات الآتية :

- ١ — يتم إختيار ثلاثة من الأهداف البرية التى سبق توقيـعها على خريطة الأساس تتميز بإرتفاعها ووضوحها على الطبيعة وسهولة رصدها من البحر .
- ٢ — من على ظهر قارب الجس وباستخدام آلة السـدس ، أو جهاز التيودوليت يتم رصد هذه الأهداف وتسجيل الزاويتان المحصورتان بينهما .
- ٣ — يتم تحديد موقع قارب الجس على الخريطة البحرية بمعلومية الزاويتان اللتان تم رصدهما .
- ٤ — يتم قياس العمق فى نقطة موقع قارب الجس وتسجل قيمة الجسة فى موقعها على الخريطة البحرية ، وبذلك تكون هذه نقطة إبتداء تحديد الأعماق على طول المنطقة المراد تحديد الأعماق بها .
- ٥ — يتحرك القارب بسرعة منتظمة وفى إتجاه ثابت ، وتسجل على إمتداد خط السير عدد من الجسات ، كلما زاد عددها كلما زادت دقة علمية تحديد الأعماق .
- ٦ — يتوقف القارب فى نقطة جديدة ويتم تحديد موقعه الجديد برصد نفس الأهداف البرية التى تم الرصد عليها فى بداية العمل .
- ٧ — يوقع الموقع الجديد لقارب الجس على الخريطة البحرية ، ويوصل الخط

المستقيم بين الموقع الأول والموقع الجديد وهو يمثل خط سير القارب موقعاً على الخريطة .

٨ — يتحدد لدينا بذلك موقعين على الخريطة البحرية معلوم لدينا عمق كل منهما ، وكذلك الأعماق على إمتداد المسافة بينهما ، تقسم المسافة بين الموقعين إلى أبعاد تتناسب مع المسافة التي قطعها القارب بين كل جستين متتاليتين وتوقع الأعماق المسجلة عند كل نقطة تمت عندها عملية الجس .

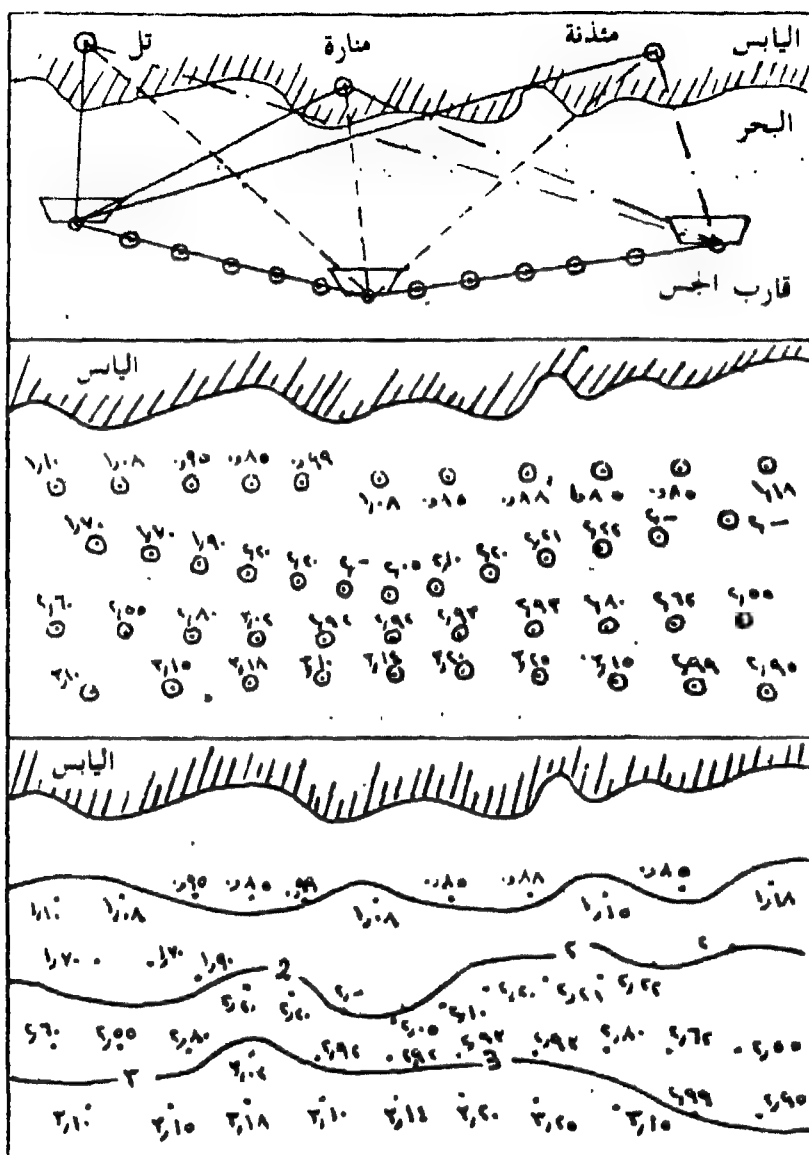
٩ — يتم الانتقال بقارب الجس إلى موقع جديد ثالث وتكرر نفس الخطوات حتى يتم تحديد أعماق النقط بين الموقعين الثاني والثالث وهكذا على إمتداد طول المنطقة المبينة على الخريطة البحرية .

١٠ — يحدد عدد من خطوط السير تتباعد عن بعضها بمسافات مناسبة ويكرر إجراء الجسات . على إمتداد كل خط من خطوط السير بنفس الأسلوب .

١١ — بإنهاء عمليات الجس ينتج لدينا عدد من نقط الأعماق موزعة على خريطة الأساس تبعاً لخطوط سير قارب الجس ، وعددها يساوى عدد الجسات التي تم قياس الأعماق عندها .

١٢ — يتم إختيار الفاصل الرأسي المناسب لنوع الخريطة البحرية المراد رسمها ، ثم ترسم خطوط العمق المتساوى إلى جانب نقط الأعماق .

وبذلك تنتهى عملية تحديد الأعماق بطريقة الجس بالرصد على ثلاث نقط .
(شكل رقم ٨٣) .



(شكل رقم ٨٣)
الجس بالرصد على ثلاث نقط

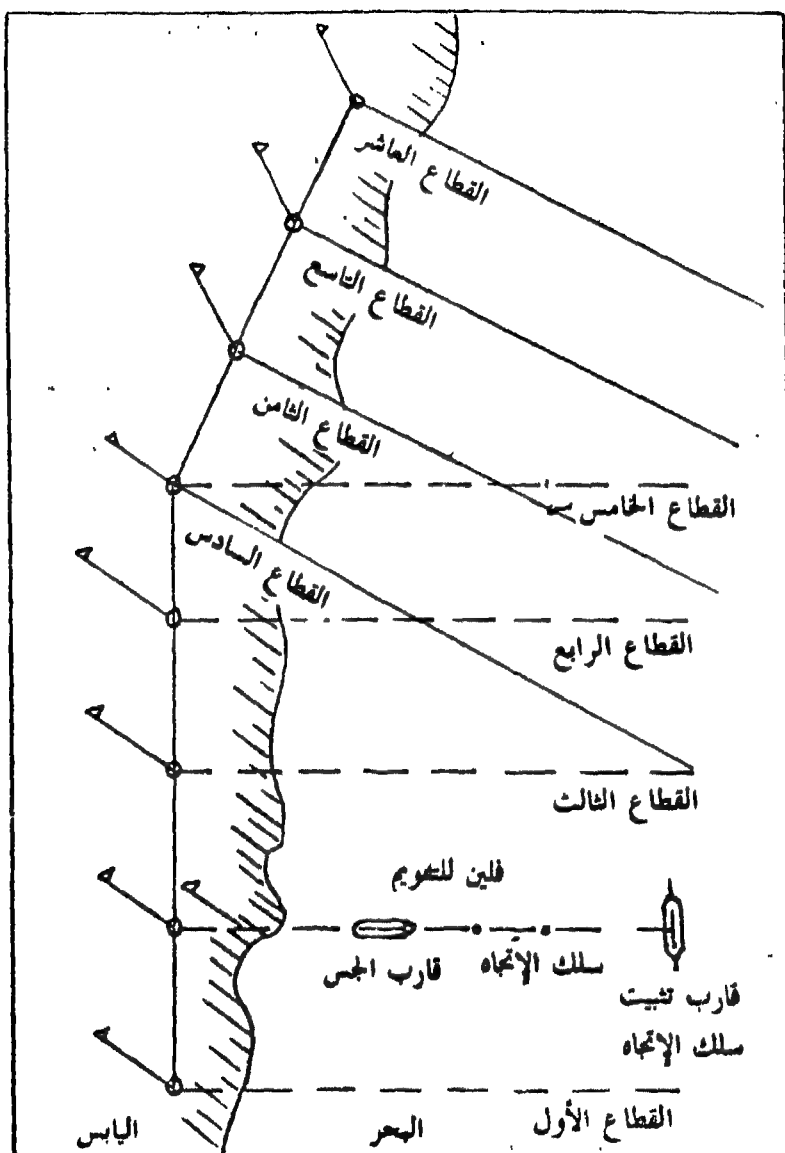
ثانياً : طريقة الجس التحديدية :

تستخدم طريقة الجس التحديدية بغرض تحديد الأعماق وتخطيط الحواجز والمرات الملاحية في الموانئ ، وللمناطق قرب الساحل .

وتتلخص هذه الطريقة في الخطوات الآتية :

- ١ — تقسم المساحة البحرية المطلوب تحديد الأعماق بها إلى شرائح أو قطاعات تمتد من الشاطئ بحيث تغطي المنطقة من البحر المراد تحديد الأعماق بها .
- ٢ — يتم تحديد خط قاعدة على الشاطئ ورفع مساحياً وتوقيعه على خريطة الأساس . ويتحدد طول خط القاعدة وطوله تبعاً للظروف الطبيعية لكل منطقة .
- ٣ — يقسم خط القاعدة إلى عدد من الأقسام بحسب عدد القطاعات التي تغطي المساحة من البحر المطلوب تحديد الأعماق بها ، وبحيث تمتد هذه القطاعات في إتجاه البحر متعامدة على خط القاعدة .
- ٤ — تميز نقط تقسيم خط القاعدة بالعلامات المساحية .
- ٥ — يحدد لإتجاه الأعمدة المقامة على خط القاعدة من الشاطئ نحو البحر ويمد سلك في إتجاه كل عمود ويثبت على دعائم بحرية طافية تعوم بالفلين ويثبت طرف السلك من جهة البحر بقارب تثبيت في البحر .
- ٦ — توقع هذه الإتجاهات على خريطة الأساس تبعاً لمقياس رسمها .
- ٧ — يتحرك قارب الجس على طول إمتداد السلك المحدد لإتجاه العمود المقام على خط القاعدة . ويتم رصد الأعماق سواء بالطرق التقليدية (سلسلة /جنزير الجس) أو بالطرق الحديثة (الأجهزة الصوتية) وتكون الجسات على مسافات متساوية يتم تحديدها من العلاقة بين سرعة قارب الجس وبين الزمن بين كل جسة والتالية لها .
- ٨ — تسجل بيانات المد لتعديل الأعماق وذلك بواسطة المارى جراف .
- ٩ — توقع الأعماق في مواقعها على خريطة الأساس على القطاعات المختلفة . وترسم خطوط العمق المتساوى إلى جانب بقاء نقط الأعماق بقيمها على الخريطة .

وبذلك تنتهى عملية تحديد الأعماق بطريقة الجس التحديدية
(شكل رقم ٨٤) .



(شكل رقم ٨٤)

طريقة الجس التحديدية

يتم توقيع نقط الأعماق ومنها ترسم خطوط الأعماق بانفاصل الرأسى المناسب تبعاً لنوع الخريطة البحرية وتبعاً لمقياس رسمها . وعادة ما يكون الفاصل الرأسى ٢، ٥، ١٠، ٢٠ متراً على المخططات والمشارف ، ٢٠ متراً على الخرائط البحرية الساحلية ، أما الخرائط البحرية المحيطية فيلزم بيان خط العمق ٢٠٠ متراً لبيان حدود الرصيف القارى ويكون إختيار الفاصل الرأسى للأعماق الأخرى تبعاً لطبوغرافيتها ومدى التدرج فى إنحدارات القاع .

بعد الإنتهاء من توقيع خطوط العمق المتساوى يسجل تحت الرقم الذى يدل على العمق طبيعة نوع صخور القاع (صخرى — حصوى — رملى — طينى) باستخدام الرموز الإصطلاحية .

٣ — أساسيات الخريطة البحرية المكملّة :

بعد توقيع خطوط الأعماق والنقط الدالة على العمق فيما بينها يتم توقيع المسميات الخاصة بالمواقع الجغرافية وعنوان الخريطة ويشمل اسم البحر أو المحيط أو الميناء وتزود الخريطة البحرية بمقياس خطى للرسم ، والمقياس الصحيح مقروناً بدائرة العرض التى تمثل الأبعاد الصحيحة على يابس الأرض . كما توضح وحدة الأعماق المستخدمة على الخريطة ، ووحدة مناسيب سطح الأرض وكذلك اسم ونوع المسقط المستخدم فى إنشاء الخريطة .

وتوضح على الخرائط البحرية بعض الملاحظات المتعلقة بالظروف الجغرافية لمنطقة الخريطة كالأحوال المغناطيسية غير العادية ، وظروف الطقس غير العادية أيضاً ، ودرجات الحرارة غير العادية للمياه ونسبة الملوحة . بالإضافة إلى بعض التحذيرات التى تحظر الإبحار فى بعض المناطق فى أوقات خاصة كمناطق الصيد ، ومناطق التدريبات والمناورات العسكرية مع بيان أوقات عدم الإستخدام .

وتضم الخرائط البحرية الجداول الخاصة بالتيارات البحرية المدية التى تبين سرعتها مع توضيح إتجاه التيار الترددى لكل دورة كاملة .



























وتعتبر وردات البوصلة من أساسيات الخرائط البحرية ترقع عليها واضحة بقطر من ٨ — ١٨ سم مقسمة إلى ٣٦٠ درجة ، وبحيث ينطق مركز وردة

البوصلة على نقطة تقاطع خط زوال مع دائرة عرض على الخريطة وتورع وردات البوصلة بحيث تغطي معظم سطح الخريطة البحرية ، وغالباً ماتشتمل الخريطة البحرية على أكثر من ورده واحدة إلى أربع وردات للبوصلة موضحاً عليها الإتجاهات الأصلية ودرجة الاختلاف المغناطيسى .
 . ويوضح الشكل رقم ٤ بعضاً من الرموز المستخدمة فى توقيع المعالم البحرية على الخرائط البحرية بأنواعها . (شكل رقم ١٥٠) .

٤ - تصحيح الخرائط البحرية :

تعتبر الخرائط البحرية الأداة الأساسية التى تعتمد عليها عمليات الملاحة البحرية . وهى عين الملاح تحت سطح الماء ، وفى دقتها تكون سلامة الملاحة لبحرية . ولما كانت الخرائط البحرية تربط ما بين السفن وبين اليابس بمعالم جغرافية وبشرية فإن من الضروري أن تتعدل البيانات الموقعة عليها من معالم طبيعية وبشرية وعلامات ملاحية وإتجاهات وتحذيرات أولاً بأول وفق ما يطرأ من تعديلات على بعض هذه المعالم .

ويقوم على تصحيح الخرائط البحرية أجهزة متخصصة تعلن عن كل ما قد طرأ من تغيير فى المعالم الموقعة على الخرائط البحرية وذلك عبر نشرات يومية أسبوعية ، أو لاسلكياً تبعاً لمدى خطورة التعديل على أمن وسلامة الطرق للملاحة . ومن ثم فيجب على مستخدم الخريطة البحرية أن يجرى هذه لتعديلات وأن يوقع الرموز التى تدل عليها أولاً بأول . .

منارة بحرية		عاكس رادار	
منذلة مسجد		أسلاك تحت الماء	
قبة كنيسة		خط الخطر	
استقبال سفن صغيرة		تيار بحري	
استقبال سفن كبيرة		تيار المد	
حطام غارق		خط عمق مترواحد	
حطام ظاهر		خط عمق ٥ متر	
حطام ظاهر		خط عمق ١٠ متر	
يكون		خط عمق ٢٠ متر	
يكون ثابت		خط عمق ٥٠ متر	
سفينة مضيئة		خط عمق ٢٠٠ متر	
شندورة		خط عمق ٥٠٠ متر	
شندورة مضيئة		خط عمق ١٠٠٠ متر	

(شكل رقم ٨٥)

بعض أنواع الرموز المستخدمة
في إنشاء الخرائط البحرية

حساب المسافة والاتجاه على الخرائط البحرية

تم العمليات الملاحية على أقواس من دوائر عظمى بين النقط على سطح البحار والمحيطات . ولحساب المسافة بين نقطتين على سطح الأرض معلوم احداثياتهما الفلكية يتعين بداية أن نعرض لحساب المثلثات الكروية .

المثلث الكروى :

يقصد بالمثلث الكروى ذلك الشكل الناتج على سطح الكرة الأرضية من تقاطع ثلاثة دوائر عظمى . ويقاس طول كل ضلع من أضلاع المثلث الكروى بقيمة الزاوية التى يصنعها عند مركز الكرة الأرضية .

النقط أ ، ب ، ح رؤوس مثلث كروى .

أ ، ب ، ح الأضلاع المقابلة .

أولاً : قانون الجيوب :

$$\frac{\sin \hat{A}}{\sin \overline{a}} = \frac{\sin \hat{B}}{\sin \overline{b}} = \frac{\sin \hat{C}}{\sin \overline{c}}$$

ثانياً : قوانين جيوب التمام :

$$\begin{aligned} \cos \hat{A} &= \cos \hat{B} \cos \hat{C} + \sin \hat{B} \sin \hat{C} \cos \overline{a} \\ \cos \hat{B} &= \cos \hat{A} \cos \hat{C} + \sin \hat{A} \sin \hat{C} \cos \overline{b} \\ \cos \hat{C} &= \cos \hat{A} \cos \hat{B} + \sin \hat{A} \sin \hat{B} \cos \overline{c} \end{aligned}$$

مثال :

احسب مسافة واتجاه الإبحار بين ميناء عدن واحداثياته الفلكية ١٢° ٤٥' شمالاً ، ٤٥° ٠٣' شرقاً ، وبين ميناء بومباى واحداثياته الفلكية ١٨° ٥٥' شمالاً ، ٧٣° ٠٠' شرقاً ، وذلك بالكيلومترات ، وبالأميال البحرية .

أولاً : حساب المسافة بين المينائين :

تحتسب مسافة الإبحار بقوانين جيوب التمام بإعتبار أن هناك مثلثاً كروياً
رءوسه هى نقطة القطب الشمالى ، ونقطة الميناء ب ، ونقطة الميناء الثانى أ
(شكل رقم ٨٦) .

— طول القوس من نقطة ميناء عدن حتى نقطة القطب الشمالى ، أى ضلع
المثلث الكروى المقابل لنقطة ميناء بومباى ، القوس أ
 $^{\circ} 90' 00'' - ^{\circ} 12' 45'' = ^{\circ} 77' 15''$

— طول القوس من نقطة ميناء بومباى حتى نقطة القطب الشمالى ، أى ضلع
المثلث الكروى المقابل لنقطة ميناء عدن ، القوس ب .
 $^{\circ} 90' 00'' - ^{\circ} 18' 55'' = ^{\circ} 71' 05''$

— طول القوس بين المينائين والمقابل لنقطة القطب الشمالى ق مجهول ومطلوب
حسابه .

— زاوية الطول بين المينائين $= ^{\circ} 73' 00'' - ^{\circ} 45' 03''$
 $= ^{\circ} 27' 57''$ (ق)

بما سبق يكون :

$^{\circ} 71' 05''$	$=$	$\overline{\overline{ب}}$
$^{\circ} 77' 15''$	$=$	$\overline{\overline{أ}}$
مجهول	$=$	ق
$^{\circ} 27' 57''$	$=$	ق

بتطبيق قانون جيب التمام

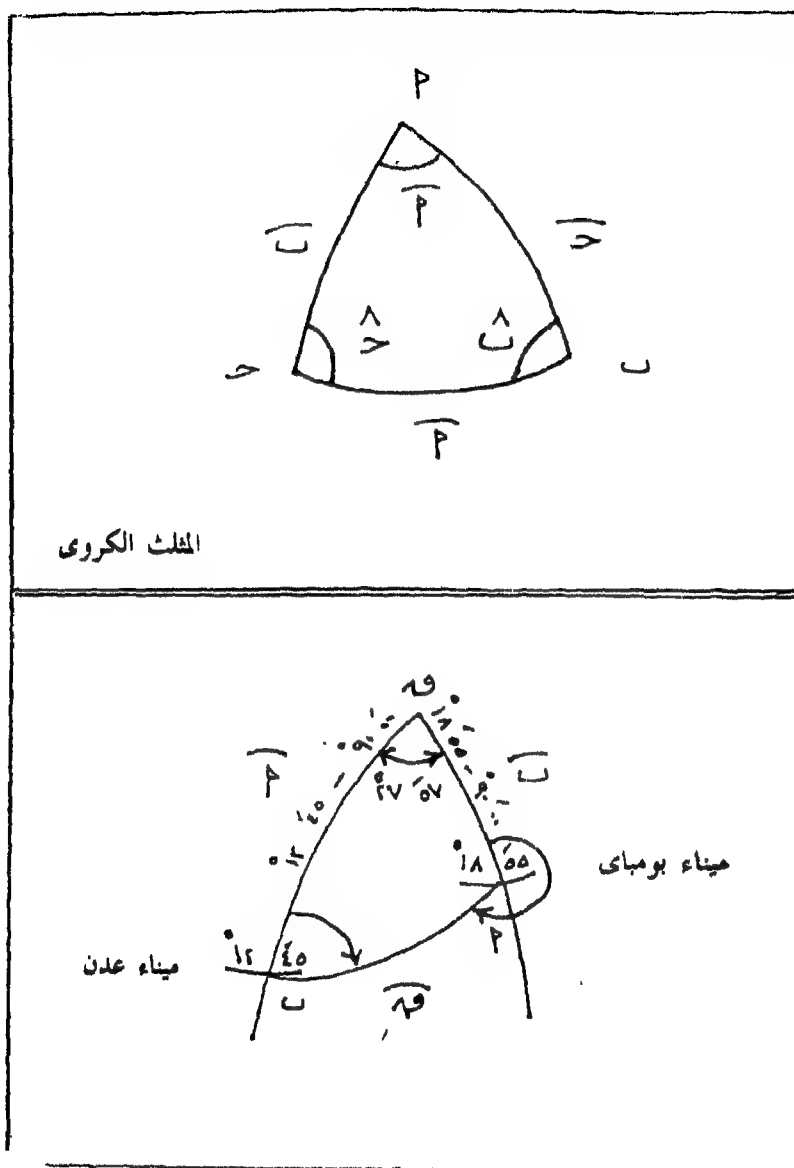
$$\overline{\overline{ق}} = \overline{\overline{أ}} \times \overline{\overline{ب}} \times \overline{\overline{ح}} + \overline{\overline{أ}} \times \overline{\overline{ب}} \times \overline{\overline{ح}} \times \overline{\overline{ق}}$$

$$= \overline{\overline{أ}} \times \overline{\overline{ب}} \times \overline{\overline{ح}} \times \overline{\overline{ق}}$$

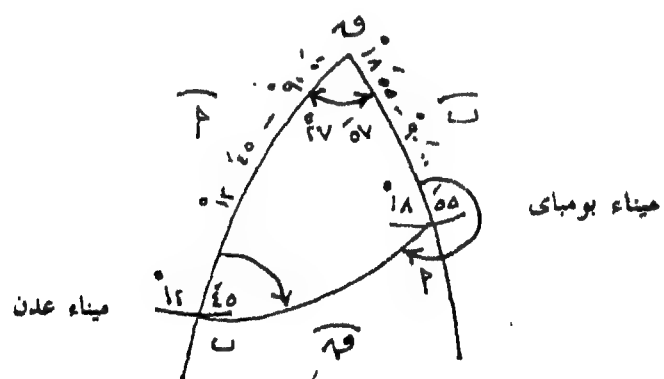
$$+ \overline{\overline{أ}} \times \overline{\overline{ب}} \times \overline{\overline{ح}} \times \overline{\overline{ق}} \times \overline{\overline{ق}}$$

$$\overline{\overline{ق}} = 0,3241926 \times 0,2206974 =$$

$$+ 0,8833569 \times 0,9459911 \times 0,9753423 +$$



المثلث الكروي



(شكل رقم ٨٦)

المسافة والاتجاه على المثلث الكروي

$$0,8150426 + 0,0715484 = \overline{0,886591}$$

$$0,886591 = \overline{0,886591}$$

$$0,886591 = \overline{0,886591}$$

$$0,886591 = \overline{0,886591}$$

ولحساب المسافة بين المينائين بالكيلومترات ، فمن المعروف أن هذه المسافة هي قوس من دائرة عظمى وعلى ذلك فإن الدرجة الواحدة تساوى محيط الكرة الأرضية مقسوماً على ٣٦٠ .

$$\text{أى أن الدرجة الواحدة على الدائرة العظمى} = \frac{40003,6}{360} = 111,121 \text{ كم}$$

$$\therefore \text{مسافة الإبحار بالكيلومترات} = \text{المسافة القوسية} \times \text{الزاوية} = 111,121 \times 0,886591$$

$$= 111,121 \times 0,886591 = 98,596 \text{ كيلومتراً}$$

$$= 98,596 \text{ كيلومتراً}$$

ولحساب المسافة بين المينائين بالأميال البحرية ، فالميل البحرى هو طول قوس من دائرة عظمى مقداره الزاوى دقيقة واحدة . ومن ثم يكون طول الميل البحرى بالكيلومترات مساوياً محيط الكرة الأرضية مقسوماً على ٣٦٠ × ٦٠ .

$$\therefore \text{الميل البحرى} = \text{دقيقة واحدة} = \frac{40003,6}{60 \times 360} = 1,852 \text{ كم}$$

$$\therefore \text{مسافة الإبحار بالأميال البحرية} = 0,886591 \times 1,852$$

$$= 1,641,13 \text{ دقيقة}$$

$$= 1,641,13 \text{ ميلاً بحرياً}$$

أو

$$\text{مسافة الإبحار بالأميال البحرية} = \frac{\text{المسافة بالكيلومترات}}{\text{طول الميل البحرى بالكيلومترات}}$$

$$= \frac{98,596}{1,852}$$

$$= ١٦٥٣,١٣ \text{ ميلاً بحرياً}$$

ثانياً : حساب إتجاه الإبحار :

يستخدم قانون الجيوب لحساب الإتجاهات من خلال معرفة روايا المثلث الكروى .

أ — إتجاه الإبحار من ميناء بومباى إلى ميناء عدن .

المثلث الكروى و أ ب فيه :

$$\text{القوس } \psi = ٠,٧^\circ ٣٣' ٢٧''$$

$$\text{، القوس } \beta = ٠,٠^\circ ٠٥' ٧١''$$

$$\text{، القوس } \alpha = ٠,٠^\circ ١٥' ٧٧''$$

$$\text{، الزاوية } \psi = ٠,٠^\circ ٥٧' ٢٧''$$

، الزاويتان الداخليتان β ، α مجهولتان .

وإتجاه الإبحار فى هذه الحالة هو قيمة الزاوية بين القوسين β ، ψ أى الزاوية الداخلية للمثلث الكروى أ .

$$\therefore \frac{\sin \psi}{\sin \alpha} = \frac{\sin \beta}{\sin \psi}$$

$$\therefore \sin \alpha = \frac{\sin \beta \times \sin \psi}{\sin \psi}$$

$$\sin \alpha = \frac{\sin ٠,٠^\circ ١٥' ٧٧'' \times \sin ٠,٧^\circ ٣٣' ٢٧''}{\sin ٠,٠^\circ ٥٧' ٢٧''}$$

$$\sin \alpha = \frac{٠,٩٧٥٣٤٢٣ \times ٠,٤٦٨٧٠٠٨}{٠,٤٦٢٥٥٢٥}$$

$$\sin \alpha = \frac{٠,٤٥٧١٤٣٧}{٠,٤٦٢٥٥٢٥} = ٠,٩٨٨٣٠٦٦$$

$$\therefore \alpha = ٤٥^\circ ١٣' ٨١''$$

∴ إتجاه الإبحار من ميناء بومباى إلى ميناء عدن هو الزاوية أ الخارجية للمثلث الكروى و أ ب

$$^{\circ}278'46 = ^{\circ}81'13''45 - ^{\circ}26.'00''00 =$$

ب — إتجاه الإبحار من ميناء عدن إلى ميناء بومباي :

$$\frac{\text{حاق}}{\text{حاق}} = \frac{\text{حاق}}{\text{حاق}}$$

$$\frac{\text{حاق} \times \text{حاق}}{\text{حاق}} = \text{حاق}$$

$$\frac{^{\circ}27'57 \text{ حاق} \times ^{\circ}71'05 \text{ حاق}}{^{\circ}27'33''07 \text{ حاق}} = \text{حاق}$$

$$\frac{0,4687008 \times 0,9459911}{0,4625525} = \text{حاق}$$

$$0,9585653 = \frac{0,4433867}{0,4625525} = \text{حاق}$$

$$^{\circ}73'26''55 = \text{الزاوية ب}$$

∴ إتجاه الإبحار من ميناء بومباي إلى ميناء عدن = الزاوية الداخلية ب للمثلث الكروى = $^{\circ}73'26''55$.

الباب الثاني

مبادئ المساحة

- مقدمة
- الفصل الأول : طرق الرفع بأدوات قياس الأطوال .
- الفصل الثاني : طرق الرفع بقياس الانحرافات .
- الفصل الثالث : طرق الرفع باللوحه المستوية .
- الفصل الرابع : المساحة بالتبؤدوليت .
- الفصل الخامس : القياس غير المباشر للأبعاد .
- الفصل السادس : الميزانية .

مبادئ علم المساحة

يقصد بعلم المساحة ذلك العلم الذى يبحث فى أسلوب رفع الظواهر الجغرافية الطبيعية والبشرية من على سطح الأرض ، وبيان مواقعها بالنسبة لبعضها البعض مع بيان حدودها ومعالمها وتفصيلها .

ويتم ذلك بالقياسات الطولية والزاوية ، ويتبع ذلك معالجة رياضية لتصحيح الأخطاء وتصويبها ، ثم توقيعها وفق مقياس الرسم وباستخدام الرموز المتفق عليها الموضوع والخط والمساحة . توقع هذه القياسات لإنتاج ما يعرف بالخريطة أو المسقط الأفقى لهذه الظواهر ، ومن ثم وجب أن يكون القياس الطولى والزاوى فى المستوى الأفقى . وهو أمر يتعذر مع طبيعة الظواهر الجغرافية على سطح الأرض لذا يلزم اللجوء إلى المعالجة الرياضية لتحويل القياسات المائلة إلى قياسات أفقية .

كذلك فإن علم المساحة يبحث فى أسلوب تحديد البعد الثالث بين النقاط المختلفة على سطح الأرض ، ومقارنة إرتفاعات وإنخفاضات هذه النقاط عن مستوى المقارنة الثابت .

ويعد علم المساحة أو علم رفع الظواهر من على سطح الأرض من العلوم الأساسية التى تفيد فى مجالات غير جغرافية مثل المشروعات الهندسية ، إذ تعتبر أساساً لها مثل إقامة السدود والخزانات وإنشاء الكبارى ومد الطرق وشق القنوات وإنشاء المدن والموانى والمطارات وتسوية الأراضى فى مجال الزراعة ومشروعات الري والصرف .

كما تستخدم الأعمال المساحية فى تنفيذ الأعمال الهندسية الإنشائية لتحقيق القياسات المطلوبة ، وللأعمال المساحية أهميتها البالغة فى العمليات العسكرية أيضاً . وعلى ذلك فإن علم المساحة علم يخدم بقية العلوم ويعد أساساً لعدد منها ، كما يمثل الوسيلة الوحيدة لرسم الخرائط العامة والتفصيلية التى تعتبر عنصراً أساسياً من عناصر الدراسات الجغرافية .

أساليب الرفع المساحى

تتنوع أساليب وطرق الرفع المساحى تبعاً لطبيعة طرق وأدوات الرفع المستخدمة وما يلزمها من معالجة كمية خاصة ، وتبعاً لأهمية الخريطة المطلوب رسمها ، وتبعاً للمساحة من الأرض المطلوب رفعها . ويتدخل في إختيار الطريقة المساحية المناسبة الغرض من العمل المساحى وكيف يتحقق بأعلى دقة ممكنة وفي أقل وقت ممكن وبأقل جهد ممكن وأقل تكلفة ممكنة .

وتنقسم أساليب الرفع المساحى إلى :

١ - المساحة الجيوديسية :

وتعتبر من أدق أساليب الرفع المساحى التى تستخدم أعلى أجهزة الرفع المساحى دقة ، وتكون المعالجة الكمية للقياسات الناتجة باستخدام أساليب كمية غاية فى الرقى ، إذ يتم التعامل مع سطح الأرض بصورته الطبيعية الحقيقية وأن القياسات والأرصاد المسجلة هى قياسات على الشكل المنحنى الأسفرويدى . ومن ثم لزم تحويلها إلى مقابلها من أبعاد أفقية لتمثيلها على الخرائط . ولما كان القياس فى هذا النوع من أنواع العمل المساحى يتم لمسافات تمتد إمتداداً كبيراً على سطح الأرض ، يستعان فى ذلك بالأجهزة البصرية المعقدة وطرق القياس غير المباشر ومن ثم توضع خواص الغلاف الغازى وإنكسار الضوء والانفراج فى الاعتبار عند القياس وعند التعامل مع الأرصاد الناتجة .

ويلزم عند إجراء عمليات الرفع المساحى إنشاء ما يعرف بشبكة المثلثات ، وذلك عن طريق تعيين مواقع إعداد من النقاط تعرف بنقط المثلثات تشكل فيما بينها عدداً من المثلثات . ويقاس فى هذه الشبكة قياس طولى واحد لخط واحد من خطوط الشبكة يعرف بخط القاعدة ، يختار بدقة ويقاس بأعلى درجات قياس الأطوال دقة ، إذ أنه بناء على قياس هذا الخط يتم تقدير أطوال جميع خطوط مثلثات الشبكة . ويعتمد إنشاء شبكة المثلثات على قياس

الزاويا بين أضلاع المثلثات وذلك بدقة عالية تستخدم فيها ما يعرف بالمساحة الراقية ، ثم يتم حساب أطوال الأضلاع ، وكذلك إنحرافاتهما ، ومن ثم حساب مركباتها واحداثياتها بالنسبة لنقطة أصل مختارة لبداية الشبكة ثم يتم توقيع نقط المثلثات على خريطة تعتبر أساساً لكل الأعمال المساحية بطرقها المختلفة .

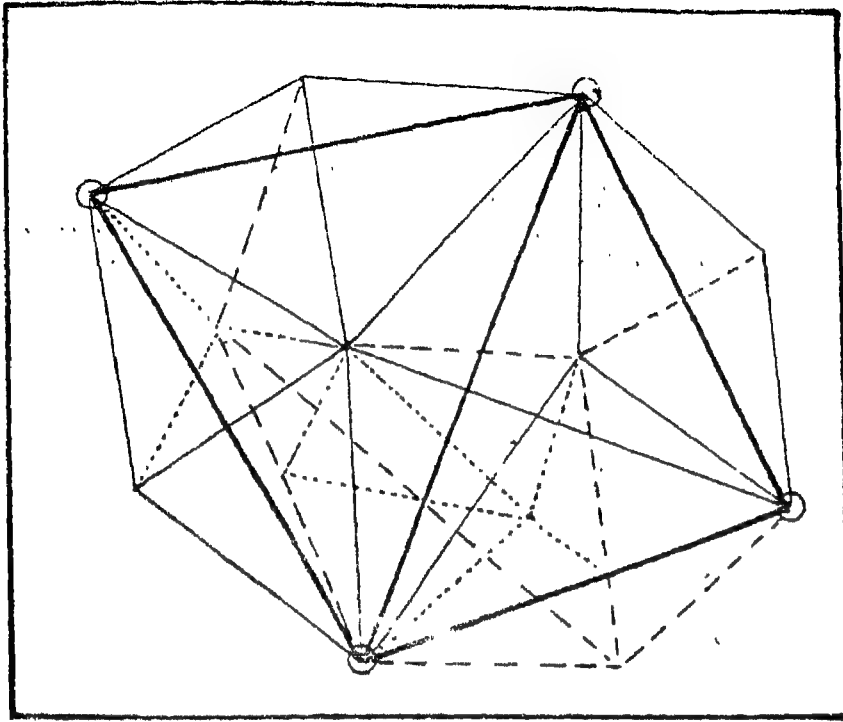
ولما كانت هذه الشبكات تمثل الهيكل الأساسى لإنشاء كل خرائط إقليم معين أو دولة معينة ، وأطوالها كبيرة فإن جميع القياسات تدخل فى الاعتبار الشكل الكرى للأرض . وتعرف هذه الطريقة من طرق الرفع بالمساحة الجيوديسية .

وتعرف المثلثات المرفوعة على أساس المساحة الجيوديسية بمثلثات الدرجة الأولى ، ويبلغ متوسط أطوال أضلاعها من ٤٠ — ٨٠ كيلومتراً . ويتم تقسيم هذه المثلثات إلى مثلثات أصغر فى الطول تعرف بمثلثات الدرجة الثانية ، التى تنقسم بدورها إلى مثلثات أصغر تربط عليها تعرف بمثلثات الدرجة الثالثة ، وكذلك إنشاء مثلثات الدرجة الرابعة حتى يصبح طول ضلع المثلث أقل من ٥ كيلومترات لتعرف بمثلثات الدرجة الخامسة التى تعتبر مثلثات المضلعات فى المساحة المستوية التى تعتبر الأرض مستوية السطح ، وتتجاوز عن خصائص الشكل الكروى والتى يتم رفعها بطرق المساحة العادية . ويتم تحشية المثلثات من الدرجة الأصغر إلى الدرجة الأكبر ، فيتم بذلك رفع الاقليم أو الدولة وإنشاء الخرائط المطلوبة . (شكل رقم ٨٧) .

٢ — المساحة المستوية :

تعتبر المساحة المستوية أساساً للعمل المساحى بعد إجراء المساحة الجيوديسية .

وتعتبر المساحة المستوية هى العمليات السائدة إذ أنها تهتم برفع الظواهر الجغرافية داخل مضلعات هندسية الشكل ، ترتبط متحاورة مرتبطة برؤس شبكة المثلثات بدءاً من مثلثات المضلعات أو مثلثات الدرجة الخامسة وفى هذا الأسلوب المساحى يتم التعامل مع سطح الأرض على أنه سطح مستو . وعمل كروية الأرض نتيجة لصغر المساحة .



(شكل رقم ٨٧)

شبكة المثلثات

ويستعين الجغرافى بطرق المساحة المستوية فى الرفع والتوقيع لإنشاء الخرائط الطبوغرافية بما توضحه من ظواهر طبيعية وبشرية ، كذلك بيان البعد الثالث ، وتفيد هذه الخرائط الجغرافى فى مجالات الدراسات الميدانية ، والتخطيطية الإقليمية ، وتحديد إمكانيات التنمية الإقتصادية .

كذلك يستخدم الجغرافى طرق المساحة المستوية فى إنشاء الخرائط التفصيلية ، خرائط تفريد المدن وخرائط فك الزمام .

٣ - المساحة البحرية :

وتستخدم طرق المساحة البحرية فى بيان المسطحات البحرية وتوزيع تضاريس قيعانها بما يحقق الأمان الملاحة . ومن ثم فإن ما يميز العمل المساحى

البحرى عن طرق الرفع على اليابس الإهتمام ببيان الأعماق بإستخدام ما يعرف بعمليات الجس على نطاق محدد بالقرب من الشاطئ عند إنشاء الخرائط البحرية المعروفة بالمخططات أو خرائط الإقتراب ، التى ترسم للموانى البحرية وتوضح الأرصفة والمسارات الملاحية إلى الميناء .

وعمليات الجس الواسع لإنشاء الخرائط الخاصة بالملاحة الساحلية ، وفى النوعين يتم الربط بين الظواهر على اليابس بأسلوب المساحة المستوية وبين نقط الأعماق لرسم خطوط العمق المتساوى ، وحركات المد والجزر ، والعلامات الملاحية التى تحدد الطرق الملاحية .

أما فيما يتعلق بالخرائط الملاحية المحيطة فيتم رفع الأعماق على خطوط الملاحة المستخدمة بين موانئ العالم المختلفة .

ويتم رفع الأعماق بإجراء ما يعرف بالجسات التى تتم بإستخدام سلاسل معدنية تلقى فى الماء لتحديد العمق ، أو بإستخدام الموجات الصوتية التى ترسل من فوق سطح الماء وتستقبل ، ويحدد سرعة الصوت فى الماء ولازمين المستغرق الذى قطعه الصوت لتحديد العمق المطلوب . ويتعيين عدد كبير من هذه النقط يتم رسم خطوط الأعماق بنفس طريقة إنشاء خطوط الكنتور على اليابس .

٤ - المساحة التصويرية :

يقصد بالمساحة التصويرية رفع الظواهر الجغرافية بإجراء قياسات من الصور الجوية أو الصور الفضائية . ويتميز أسلوب الرفع بإستخدام المساحة التصويرية على طرق المساحة العادية بسرعة الاداء ودقة النتائج ، بل وإمكانية رفع المناطق التى يتعذر رفعها بطرق الرفع الأرضية مثل المناطق وعرة التضاريس ومناطق الغابات والمستنقعات والمناطق التى قد تكون تحت الإحتلال .

وتعتبر المساحة التصويرية حالياً أساساً لإنشاء كل أنواع الخرائط التى توضح كل التفاصيل حتى خرائط إستخدام الأرض بكل ما عليها من

تفاصيل ، والخرائط الطبوغرافية والكتنورية والجيولوجية وخرائط تصنيف التربة . بل وخرائط توزيع وكثافة السكان .

ولما كانت المساحة المستوية هي ما يهم الجغرافي يستعين بطرقها وأساليبها في الدراسات المدانية ، وتعديل الخرائط بإضافة تفاصيل جديدة أو "إمتداد عمراني ، أو تغيير في أشكال السطح أو للتخطيط الإقليمي أو المشروعات الهندسية ، ومن ثم فمن الأفضل الإشارة إلى بعض أساليب الرقع البسيطة التي تدخل في إطار المساحة المستوية .

الفصل الأول

الرفع بأدوات قياس الأطوال

المساحة المستوية

من أبسط طرق الرفع فى إطار المساحة المستوية المساحة بطرق قياس الأطوال المعروفة بالمساحة بالجنزير، والمساحة بالبوصلة، والمساحة باللوحة المستوية، والمساحة بالتىودوليت وتستخدم هذه الطرق فى رفع المسقط الأفقى للظواهر الجغرافية، علي حين تستخدم الميزانية فى رفع البعد الثالث.

أولاً: طرق الرفع بأدوات قياس الأطوال

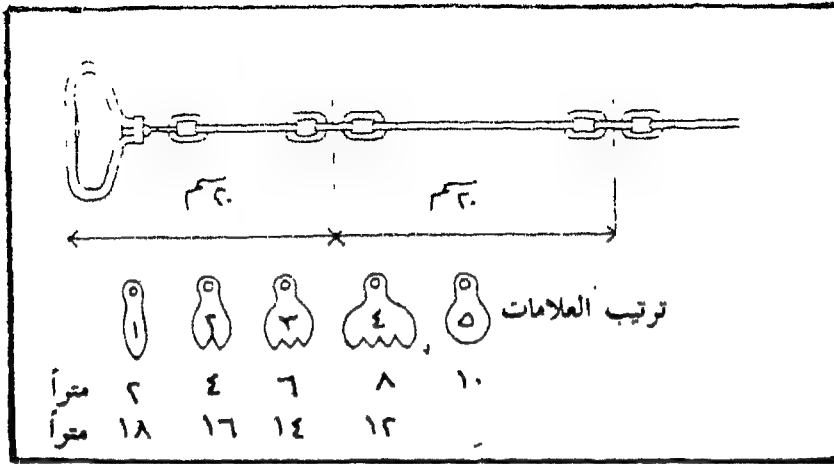
(المساحة بالجنزير)

يمثل أسلوب الرفع باستخدام أدوات قياس الأطوال أبسط أنواع الطرق المساحية. وتستخدم فى رفع التفاصيل لمنطقة محدودة المساحة وإن كانت من أقل طرق الرفع دقة، بالإضافة إلي أنها تتطلب الكثير من الوقت والجهد. وقد جري العرف علي تسميتها طريقة الرفع بالجنزير باعتباره جهازاً مميزاً فى هذه الطريقة.

أدوات الرفع:

١ - الجنزير (السلسلة):

يستخدم الجنزير فى قياس أطوال المضلع الذى يحيط بالمنطقة المراد رفعها وكذلك فى إجراء عملية رفع التفاصيل حول كل خط من خطوط المضلع، وهى العملية المسماة بعملية التحشية. ويتركب الجنزير من مجموعة من العقل المصنوعة من الصلب تتصل كل عقلة منها بالأخري بواسطة ثلاث حلقات من الصلب. وينتهى طرفاه بمقبضين من النحاس يسجل عليهما طول الجنزير بالمتراً، وعادة ما يكون الجنزير بطول ٢٠ متراً وأحياناً ٢٥ متراً.



(شكل رقم ٨٨)
الجنزير - السلسلة

ويتكون الجنزير بطول ٢٠ متراً من مائة عقلة يبلغ طول كل منها إبتداء من منتصف حلقة الوصل الوسطى بين العقل وبينها البعض ٢٠ سنتيمتراً ، ويعتبر المقبض النحاسي عقلة بطول ٢٠ سنتيمتراً أيضاً . وبذلك تكون كل عشر عقل بعداً طويلاً مقداره مترين . تميز الأبعاد على الجنزير كل مترين بعلامة من النحاس ذات شكل مميز مرتبة من بداية الجنزير حتى منتصفه ، ومن الجانبين حتى يسهل إستخدام الجنزير لإبتداء من أى طرف بحيث تكون العلامة رقم ١ التى تدل على طول ٢ متراً ذات سن واحد ، والعلامة رقم ٢ التى تدل على طول ٤ أمتار ذات سنين إثنين ، والعلامة رقم ٣ التى تدل على طول ٦ أمتار ذات ثلاثة سنون ، والعلامة رقم ٤ التى تدل على طول ٨ أمتار ذات أربعة سنون ، والعلامة رقم ٥ التى تدل على طول ١٠ أمتار فى منتصف الجنزير مستديرة الشكل . وتكون قيمة العلامات النحاسية فى النصف الثانى من الجنزير أى بعد علامة المنتصف مساوية ٢٠ - عدد السنون $\times ٢$ من الأمتار . (شكل رقم ٨٨) .

ويطرح الجنزير (يفرد للقياس) عن طريق الامساك بالمقبضين باليد

اليسرى والطرح باليد اليمنى ، ثم يفرد بمساعدة زميل للمساح على إمتداد إتجاه الخط المطلوب قياسه . ثم يجمع الجزير بعد الإستخدام بداية من علامة المنتصف كل عقلتين معاً ثم يربط بحزام خاص من الجلد .

ويمتاز الجزير بتحملة للعمل الشاق وملاءمته لقياس الأطوال في الأراضي الوعرة والطينية ، وإن كان يعيبه تعرضه للإنكماش واتمدد بفعل حرارة الجو ، بالإضافة إلى صعوبة مده مفروداً فرداً كاملاً على طول خط القياس مما يجعل من المهم التأكد من طوله الحقيقي قبل كل عملية قياس خشية فقدان بعض العقل أو إنشاء البعض منها أو إنفراج الحلقات ، مما يؤدي إما إلى زيادة أو نقصان الطول الاسمي للجزير المسجل نقشاً على مقبضيه .

وللتغلب على ذلك يتم تقدير أطول الحقيقي للجزير فإن كان غير مطابق لطوله الاسمي يتم إجراء عملية القياس بشكل عادى وتعديل القياسات إلى أطوالها الحقيقية باستخدام العلاقة :

$$\frac{\text{الطول المقاس} \times \text{الطول الحقيقي للجزير}}{\text{الطول الاسمي للجزير}} = \text{الطول الصحيح}$$

مثال :

قيس خط باستخدام جزير طوله الاسمي ٢٠ متراً فكان طول الخط المقاس عبارة عن ١٢ طرحة كاملة وعقلة واحدة بعد العلامة الثالثة قبل علامة المنتصف ، بمعايرة الجزير تبين وجود نقص في طوله الاسمي متنازله ٦ سنتيمترات ، فما هو الطول الحقيقي للخط .

طول الخط المقاس :

$$\text{عدد الطرحات الكاملة} \times ٢٠ = ٢٠,٠٠ \times ١٢ = ٢٤٠,٠٠ \text{ متراً}$$

$$\text{الطول حتى العلامة الثالثة} = ٠٠,٢٠ \times ٣ = ٦,٠٠ \text{ متراً}$$

$$\text{طول عقلة واحدة} = ٠٠,٢٠ \times ١ = ٠٠,٢٠ \text{ متراً}$$

$$\text{طول الخط} = ٢٤٠,٠٠ + ٦,٠٠ = ٢٤٦,٠٠ \text{ متراً}$$

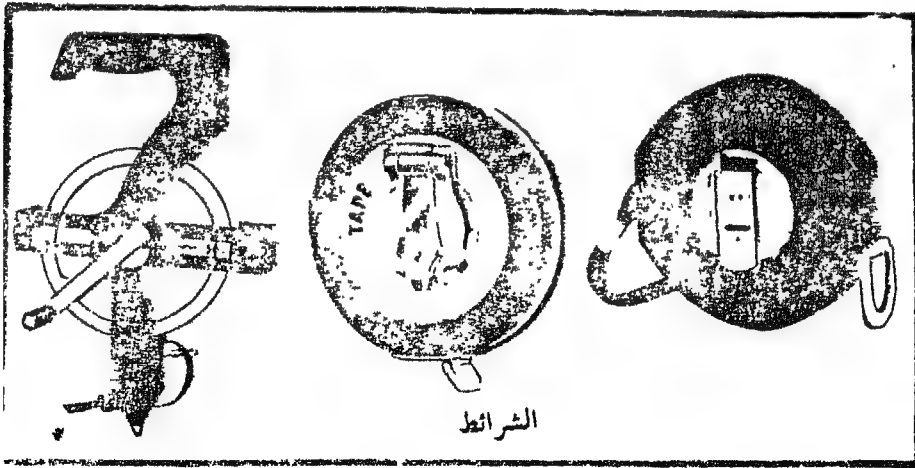
$$= ٢٤٦,٢٠ \text{ متراً}$$

$$\frac{\text{الطول المقاس} \times \text{الطول الحقيقي للجزير}}{\text{الطول الاسمي}} = \text{الطول الصحيح}$$

$$\text{الطول الصحيح} = \frac{19,94 \times 246,10}{20} = 245.461 \text{ متراً}$$

٢ - الشرائط :

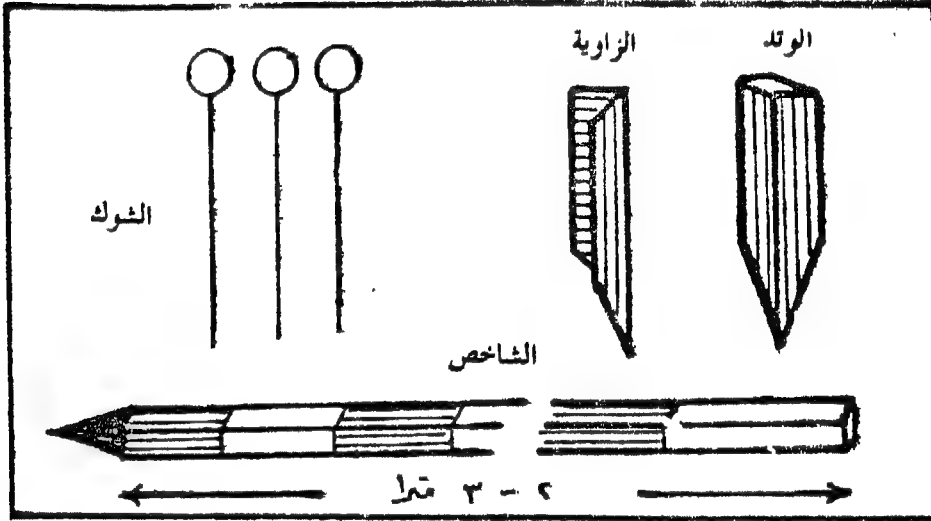
الشرائط هي أدوات لقياس الأطوال تتكون من النيل ، والبعض منها يصنع من الصلب ، والبعض الثالث يصنع من سبائك معدنية تعطى أقل معامل تمدد ممكن . والشرائط تصنع بأطوال من ٢ متر إلى ٥ متراً ، ويقسم الشريط ليعتخدم في القياس بصورة أدق من الجزير فأخذ أوجه الشريط تقيس بوحدات القياس الفرنسية إلى أمتار وديسمترات وستيمترات ، والوجه الآخر مقسم تبعاً لوحدة القياس الإنجليزية الأقدام والبوصات . وتستخدم الشرائط لقياس المسافات القصيرة كما يمكن أن يحل محل الجزير إلا أنه أخف منه وزناً مما يجعله أكثر تأثراً بظروف الجو كشدة الرياح . كما يستخدم الشريط الصلب للقياسات التي تتطلب قدرًا من الدقة ، على حين يستخدم شريط السبيكة (انفار) في قياس الأطوال التي تتطلب قدرًا عاليًا من الدقة مثل خطوط القواعد في المضلعات . (شكل رقم ٨٩) .



بعض أنواع شرائط القياس (شكل رقم ٨٩)

٣ - أدوات التوجيه :

ويقصد بأدوات التوجيه الأدوات التي تحدد إتجاهات الخطوط وتساعد على قياس الخطوط الطويلة على أقسام تقع جميعها على إتجاه خط القياس .
(شكل رقم ٩٠) .



(شكل رقم ٩٠)
الشوك والأوتاد والشاخص

— الأوتاد :

وتتكون الأوتاد من قطع خشبية بطول نحو ٥٠ سم مكعبة المقطع مدببة الطرف ليسهل تثبيتها في الأرض الرخوة ، وتصنع على هيئة زوايا حديدية لتثبيتها في الأرض الصلبة . وتستخدم الأوتاد لتحديد بدايات خطوط المضلعات ونهاياتها ، أى في تحديد نقط رؤوس المضلعات التي تنشأ لرفع المناطق بأساليب المساحة المستوية المختلفة .

— الشواخص :

وتتكون من أعمدة من الخشب قد تكون مضلعة أو إسطوانية المقطع بقطر

نحو ٥ سم وبطول من ٢ — ٣ متراً ، وقد تصنع من معدن خفيف كالألومنيوم وتنتهى فى أسفلها بقواعد حديدية لتثبيتها فى الأرضى الرخوة أو يستعان بحوامل ثلاثية لإقامتها فوق النقط فى حالة الأرضى الصلبة .

وتلون الشواخص باعتبارها علامات مساحية بألوان متميزة تبادلية بين الأحمر والأبيض ، أو الأسود والأبيض ليتمكن تمييزها وفى حالة طول المسافة تزود بشرائط ملونة تحركها حركة الهواء .

وتستخدم الشواخص فى تحديد الخطوط المطلوب قياسها كأداة للتوجيه يتم الرصد عليها ، كما تستخدم فى إقامة وإسقاط الأعمدة فى عملية رفع التفاصيل (التحشية) ، وكذلك فى الرصد عليها عند الرفع بقياس الانحرافات أو الزوايا .

— الشوك :

تتكون الشوك من أسياخ مصنوعة من المعدن بطول نحو ٤٠ سم تمسك من طرف على شكل حلقة ، على حين ينتهى طرفها الثانى بسن مدبب ليتمكن من غرسها على طول خط القياس . وتستخدم فى تحديد مواضع النقط كما تستخدم كعلامات للرصد عليها ، كذلك لتحديد عدد طرحات الجزير أو الشريط عند قياس الأطوال .

قياس الخطوط بالجزير

١ — قياس خط أقصر فى طوله من جزير كامل : (شكل رقم ٩١) :

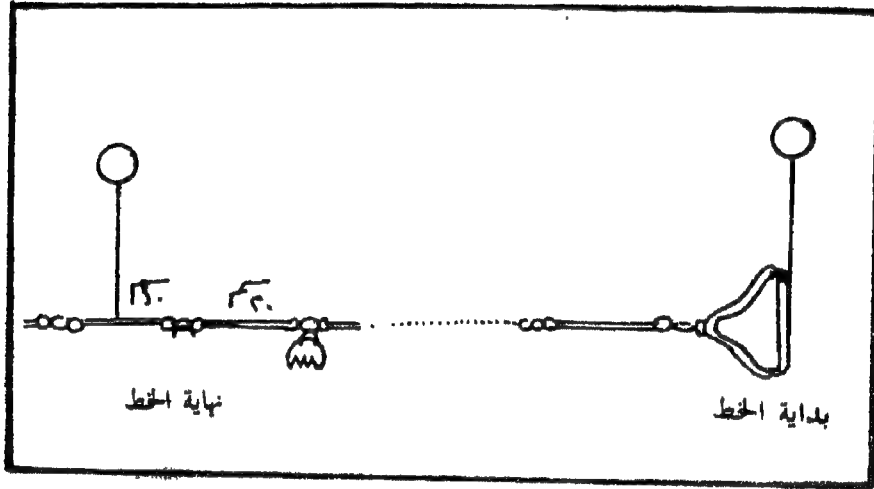
أ — تحدد نقطتى بداية ونهاية الخط بإستخدام الأوتاد أو الشوك أو الشواخص .

ب — يطرح الجزير ويفرد بحيث يكون مقبض البداية عند علامة بداية الخط المطلوب قياسه وإمتداده بعد علامة نهاية الخط مع التأكد من فرد الجزير فرداً كاملاً .

ج — تعيين العلامة النحاسية التى تسبق وتد النهاية وعدد العقل الكاملة

ويقدر الجزء من العقلة (أو يقاس بمسطرة صغيرة) حتى نقطة تقاصع وتد نهاية الخط مع الجنزير .

د — طول الخط = العلامة الرابعة $\times ٢,٠٠ = ٨,٠٠$ متراً
 = عقلة كاملة ونصف $\times ٠,٢٠ = ٠,٣٠$ متراً
 = $٨,٣٠$ متراً



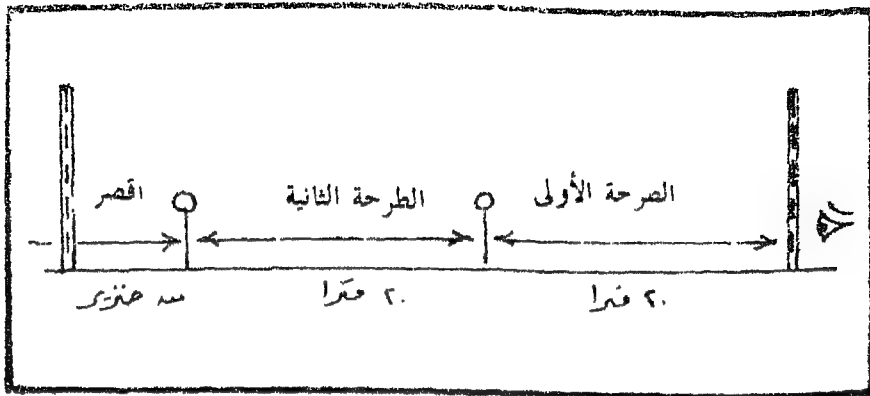
(شكل رقم ٩١)

قياس خط طوله أقصر من جنزير

٢ — قياس خط أطول من جنزير : (شكل رقم ٩٢)

أ — تحدد بداية الخط ونهايته بشاخصين لتحديد خط إتجاه على إمتداد الخط المطلوب قياسه .

ب — يطرح الجنزير ويفرد على إمتداد خط القياس فرداً كاملاً ، ويقوم المساح بتثبيت مقبض البداية على بداية الخط ويتحرك مساعده في إتجاه وتد النهاية ممسكاً بعدد معلوم من الشوك ، ويتعاون المساح ومساعده في توجيه الجنزير على خط القياس بأن يثبت المساعد شوكة عند مقبض الجنزير ويقوم المساح بتوجيهه على طول خط النظريين شاخصي البداية



(شكل رقم ٩٢)

قياس خط طوله أطول من جنزير

والنهاية ، وبذلك يكون قد تم قياس وحدة من طول الخط تساوى طول جنزير كامل أى ٢٠ متراً .

ج — يترك المساعد الشوكة ويتحرك ومعه المساح على خط القياس فى إتجاه نهاية الخط حتى يصل المساح لموقع الشوكة التى ثبتها المساعد التى تحدد نهاية الطرحة الأولى للجنزير . يبدأ المساح بالإستعانة بالشوكة وشاخص النهاية لتحديد خط نظر موازى لخط القياس ويوجه المساعد لثبيت الشوكة الثانية عند نهاية الجنزير على إمتداد خط القياس .

د — يبدأ المساعد فى التحرك مرة ثالثة ويتبعه المساح بعد أن يحتفظ بالشوكة الأولى التى تدل على طرح الجنزير طرحة كاملة . تكرر الخطوات حتى يتبقى من الخط جزء أقصر من جنزير يتم قياسه بطريقة قياس خط أقصر فى طوله من جنزير كامل .

هـ — بعد الشوك مع المساح يتحدد عدد الطرحات الكاملة التى تم قياسها من طول الخط (يتم التأكد من عدد الشوك بمعرفة ما تبقى من شوك مع مساعد المساح حتى لا تسقط طرحه كاملة من الحساب بسبب السهو فى جمع الشوك من على طول الخط بمعرفة المساح) .

ح — يكون طول الخط مساوياً عدد الطرحات الكاملة \times ٢٠ م + مقدار الباقي الحرة من الخط الذى يقل فى طوله عن جنزير كامل .

ط — يعاد القياس في الإتجاه احياناً لإنجاه القياس من نهاية الخط في إتجاه بدايته بنفس الخطوات ويكون طول الخط المقاس مساوياً لموسط مجموع الطولين المقاسين صمناً للدقة في إجراء عملية القياس .

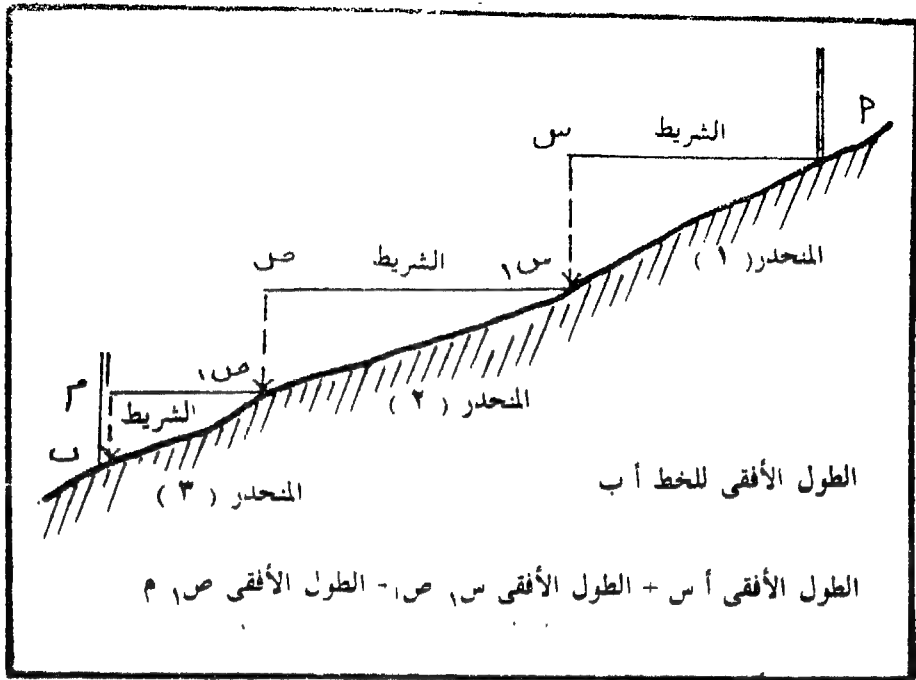
عقبات قياس الأطوال

أولاً : إنحدار الأرض :

تعتمد المساحة المستوية على القياسات الطولية والزاوية التي توقع على الخرائط ومن المعروف أن إستواء الأرض أفقياً أمر غير وارد في الطبيعة ، ومن ثم فإن معظم القياسات تتم على أراضي محدرة ويجب تحويلها إلى قياسات أفقية ويتبع في ذلك :

أ — الطريقة المباشرة :

- ١ — يتم في هذه الطريقة قياس الخط بتحويل القياسات على الأرض المنحدرة إلى ما يقابلها أفقياً مباشرة على الطبيعة ، ويستعان في هذه الطريقة بشريط وميزان تسوية وخيط شاغول .
- ٢ — يتم تقسيم الخط إلى أقسام تبعاً لنوع الإنحدار بحيث ينقسم طول الخط إلى أقسام تنصف بانتظام الإنحدار .
- ٣ — يتم قياس الجزء الأول من المنحدر بأن يثبت المساح طرف الشريط على قمة المنحدر ويتحرك مساعده على المنحدر مع شد الشريط حتى مستوى النظر أو حتى نهاية المنحدر ، يشد الشريط أفقياً ويمكن الإستعانة بميزان للتسوية . يقوم المساعد بواسطة خيط الشاغول بتوقيع نقطة طرف الشريط لتحديد المسافة التي تم قياسها قياساً أفقياً لتقابل جزءاً من الخط على الأرض المنحدرة .
- ٤ — يكرر العمل على طول المسافة الماثلة لكل منحدر على حدة ويكون الطول الأفقي للمخط هو محصلة الأطوال الأفقية التي تم قياسها .
(شكل رقم ٩٣) .



(شكل رقم ١٩٣)

الطريقة المباشرة لقياس الخطوط على المنحدرات

ب — الطريقة الحسابية .

١ — يتم تقسيم الخط إلى أقسام تبعاً لنوع المنحدر كل قسم منها يمثل إنحداراً منتظماً .

٢ — تقاس المسافة المائلة على كل جزء ينحدر إنحداراً منتظماً ويقاس البعد الرأسى (فرق المنسوب) بين بداية المنحدر وهايته (س س' - ص ص' - م م') .

٣ — بحسب الطول الأفقى لكل منحدر من العلاقة

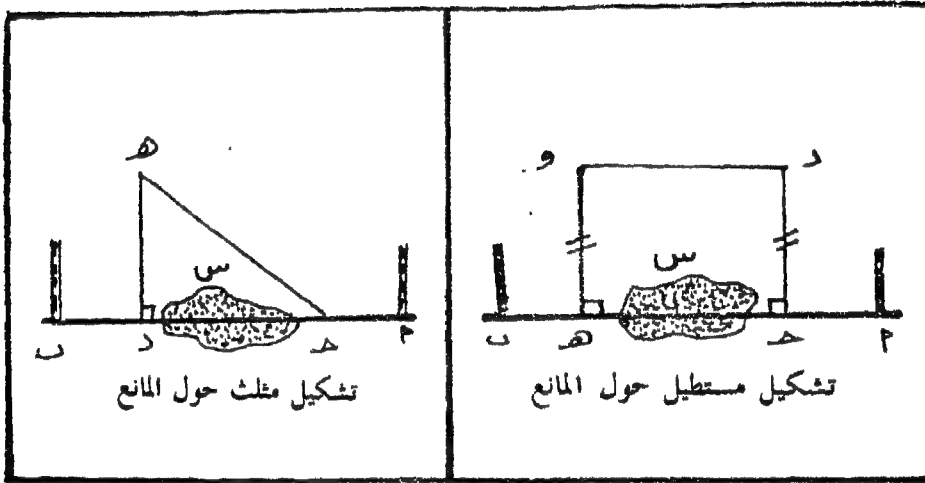
الطول الأفقى = $\sqrt{\text{مربع المسافة المائلة} - \text{مربع فرق المنسوب}}$.

٤ — فى حالة إمكانية قياس درجة الإلحدار باستخدام جهاز الكلاينوسر بحسب الطول الأفقى لكل منحدر من العلاقة .

الطول الأفقى = الطول المماس على المنحدر \times جتا درجة ..

ثانياً : وجود مانع يعوق القياس المباشر : (شكل رقم ٩٤) :

قد يوجد مانع على طول خط القياس يعوق قياس جزء من الخط ، ولا يعترض الموجيه مثل وجود بركة أو سبحة أو مضخة عمل .



(شكل رقم ٩٤)

التغلب على مانع يعوق القياس المباشر

— خط القياس أ ب يعترض قياسه قياساً مباشراً المانع المظلل الذى يعترض عملية القياس بالجنزير على طول إمتداد خط القياس وللتغلب على هذه العقبة يتم ذلك عن طريق :

- ١ — يقاس الخط من أ إلى ج قياساً مباشراً ومن نقطة ج يقام العمود ج د على الخط أ ب بطول يتعدى طول المانع س .
- ٢ — من نقطة هـ على إمتداد خط القياس أ ب يقام العمود هـ و بطول يساوى طول العمود ج د .
- ٣ — الخط د و يمثل طولاً للمستطيل د ج هـ و يساوى الطول المقابل ج هـ

ونقيس حط د و يتم حصول على صور حـ ب من حط القياس الذي
يعنصر العائق قياسه

- ٤ — سنساح قياس الخط هـ ب قياساً مباشراً
- ٥ — ولذلك يكون طول الخط عبارة عن أطوال الأجزاء :
أ ح + د و + هـ ب

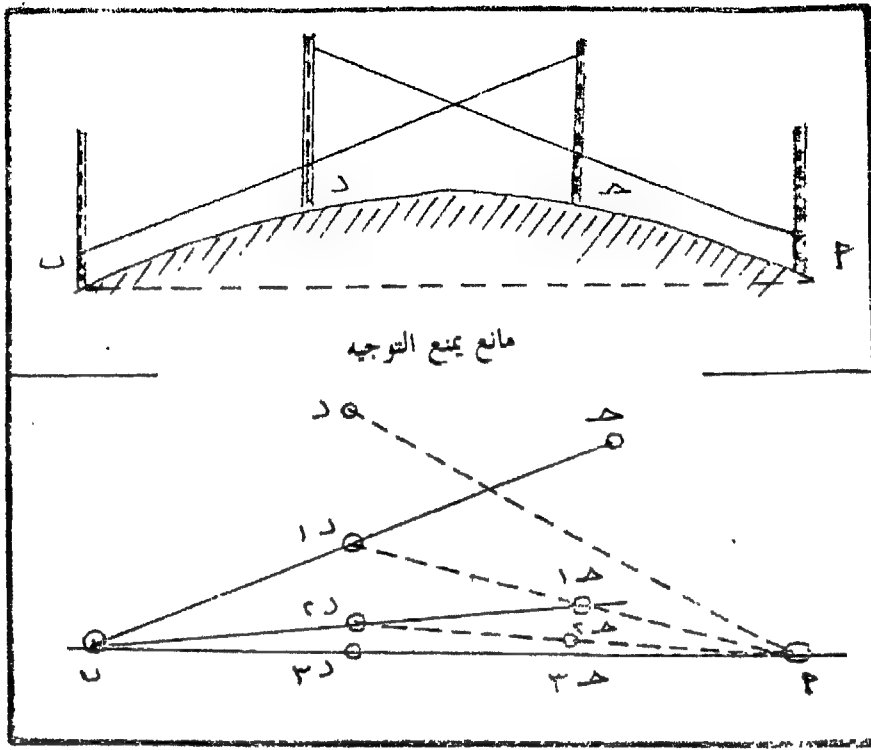
ويمكن إتباع هذه الطريقة .

- ١ — يتم قياس الخط أ ح قياساً مباشراً ويتم تحديد نقطة على حط القياس
ولتكن النقطة جـ .
- ٢ — بعد تخطي العائق ومن نقطة د على خط القياس يقام العمود د هـ بطول
يتعدى إمتداد العائق .
- ٣ — يتم قياس البعد هـ جـ الذي يمثل وترأ في المثلث هـ جـ د قائم الزاوية
في د .
- ٤ — بحسب طول الخط حـ د من العلاقة :
طول حـ د = $\sqrt{أ ح^2 - (هـ د)^2}$
- ٥ — طول الخط أ ب عبارة عن محصلة الأطوال :
أ ح + حـ د (المحسوب) + د ب

ثالثاً : وجود مانع يعوق التوجيه : (شكل رقم ١٩٥) :

في حالة وجود مانع يعوق إجراء عملية التوجيه التي تعد أساسية لقياس
الخط كوحداث تمتد على إستقامة واحدة مثل منحدر قبائى أو تلالى ولقياس
هذا الخط وليكن أ ب تتبع الخطوات الآتية :

- ١ — يثبت شاخص على سطح المنحدر عند نقطة د بحيث يمكن التوجيه من
نقطة أ على نقطة د .
- ٢ — يثبت شاخص على سطح المنحدر عند نقطة حـ بحيث يمكن التوجيه من
نقطة ب على نقطة حـ .
- ٣ — ينقل الشاخص عند د إلى الموضع دـ على خط النظر بين ب ، حـ .
وينقل الشاخص عند حـ إلى الموضع جـ على خط النظر بين أ ، دـ .



(شكل رقم ٩٥)

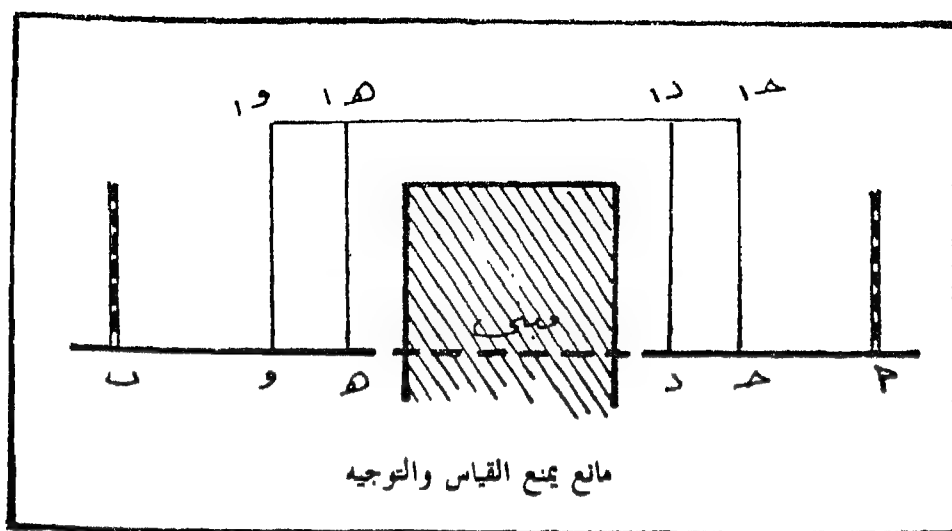
التغلب على ممانع يعوق التوجيه

- ٤ — ينقل الشاخص د، إلى الموضع د، على خط النظر بين ب ، ح، وينقل الشاخص عند ح، إلى الموضع ح، على خط النظر بين أ ، د، .
- ٥ — يكرر العمل حتى تصبح النقطة ح، على خط النظر أ د، ، النقطة د، على خط النظر ب ح، وبذلك تكون النقط أ ، ح، ، د، ، ب على إستقامة واحدة وفي نفس الوقت يمكن التوجيه على أقسام الخط أ ح، .

حـم دـم ، دـم ب .

رابعاً : وجود عائق يمنع القياس ويمنع التوجيه : (شكل رقم ٩٦) .

تعتبر المباني من العوائق التي قد تعترض إمتداد الخطوط فتحول بين إمكانية قياس الخط قياساً مباشراً . وتمنع الرؤية بين طرفيه فتعوق التوجيه . ويتم قياس مثل هذه الخطوط بإتباع الخطوات الآتية :



(شكل رقم ٩٦)

التغلب على مانع يعوق القياس المباشر والتوجيه معاً

- ١ — يقاس الخط من أ وحتى نقطة د قياساً مباشراً .
- ٢ — من نقطة ح يقام العمود ح ح_١ ومن نقطة د يقام العمود د د_١ بحيث يكون العمود ح ح_١ مساوياً في الطول للعمود د د_١ .
- ٣ — من ح_١ وبالإستعانة بالنقطة د_١ يتم توجيه خط يتجاوز في طوله طول المبنى ومن نقطة هـ_١ على هذا الخط يتم إسقاط العمود هـ_١ هـ_٢ ومن نقطة و يتم إسقاط العمود و_١ و_٢ ومتساويان في الطول ومتساويان للعمودين ح ح_١ ، د د_١ وبذلك تكون النقطتان هـ_٢ ، و_٢ على إمتداد الخط أ ح د .
- ٤ — طول الخط أ ب يساوى محصلة أطوال الخطوط :
أ د (قياس مباشر) + د_١ هـ_١ (المقابل للجزء د هـ) + هـ_٢ ب
(قياس مباشر) .

أساليب إقامة وإسقاط الأعمدة

تعتمد طريقة الرفع بقياس الأطوال على قياس الخطوط وعلى عمدة النحنية على هذه الخطوط لرفع التفاصيل . يتم ذلك بإقامة أو إسقاط الأعمدة من الظواهر المطلوب رفعها وتوقيعها على الخرائط إلى خطوط المصلع أو ما يعرف بخطوط الجنزير . ومن أهم طرق إقامة وإسقاط الأعمدة الطرق الآتية :

١ — الشريط :

تعتمد هذه الطريقة على تطبيق نتائج بعض النظريات الهندسية البسيطة ومنها :

أ — أقصر بعد بين نقطتين هو البعد العمودى بينهما ، وتستخدم هذه العلاقة في إسقاط الأعمدة من النقط إلى خط الجنزير ، وذلك باستخدام الشريط .

— ويتم إسقاط العمود بتهيئة بداية الشريط عند النقطة المطلوب إسقاط العمود منها ثم فرد الشريط بطول يتجاوز البعد بين النقطة وبين خط الجنزير .

— يتم تحريك الشريط ليقطع خط الجنزير ومنابعة تدريج الشريط فنلاحظ تناقص الطول باستمرار في إتجاه معين نستمر في الحركة حتى النقطة التي تبدأ قراءة الشريط بعدها في التزايد .

— تكون هذه النقطة هي مسقط النقطة المطلوب إسقاط العمود منها ويكون البعد بينهما هو البعد العمود المطلوب .

ب — العلاقات الخاصة بالمثلث متساوى الساقين :

من المعروف هندسياً أن منتصف قاعدة المثلث متساوى الساقين هو العمود المساقط على هذه القاعدة من الرأس المقابل وتطبق هذه القاعدة لإسقاط وإقامة الأعمدة على خط الجنزير باستخدام الشريط .

— من النقطة المطلوب إسقاط العمود منها يتم فرد الشريط بطول مناسب وتثبت بداية الشريط عند هذه النقطة ، بالوصول المختار يتم قطع خط الجزير في نقطتين في جهتين مختلفتين ويتم تنصيف البعد بينهما الذى يمثل قاعده المثلث متساوى الساقين فتكون نقطة التنصيف هذه هى مسقط العمود المطلوب .

يتم تطبيق الطريقة بطريقة عكسية في حالة إقامة الأعمدة من خط الجزير .

ج — العلاقة بين أضلاع المثلث قائم الزاوية :

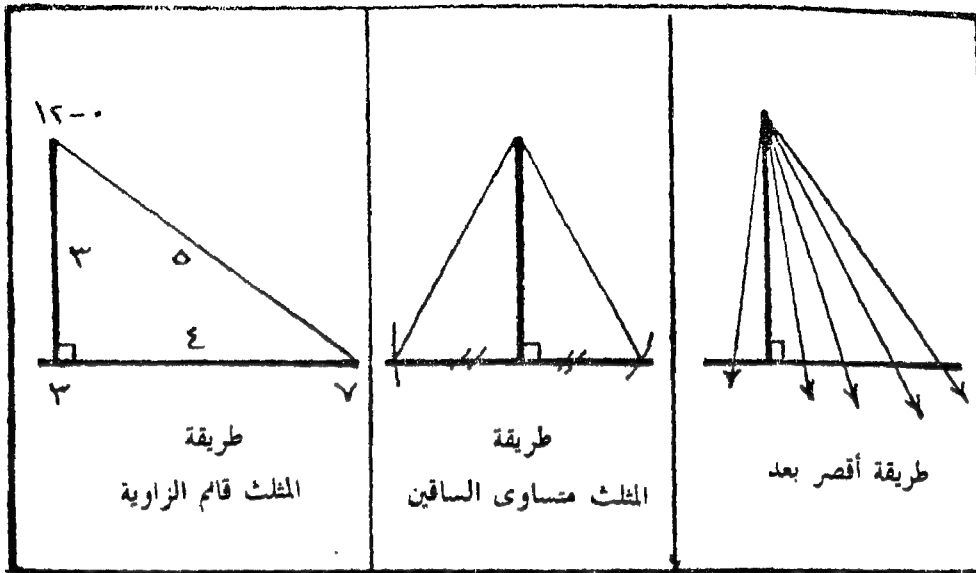
من المعروف أن العلاقة بين أضلاع المثلث قائم الزاوية كالعلاقة ٣ : ٤ : ٥ وتطبق هذه القاعدة يمكن إسقاط وإقامة الأعمدة على خط الجزير ويتم إسقاط الأعمدة من نقطة على خط الجزير بإتباع الخطوات الآتية :

- يتم فرد طول من الشريط يساوى (٣ + ٤ + ٥ متر) ١٢ متر .
- تثبت بداية الشريط مع نهاية الطول المحدد (صفر ، ١٢ متر) عند النقطة المطلوب إسقاط العمود منها .
- يقوم مساعدان أحدهما يمسك بالشريط عند العلامة ٣ والثاني عند العلامة ٧ أمتار .
- يشد المساعدان الشريط فيتشكل الشكل الهندسى للمثلث قائم الزاوية فيكون البعد بين نقطة الإسقاط وبين خط الجزير هو البعد العمودى المطلوب .

ويتم التشكيل بحيث تكون قاعدة المثلث منطبقة على خط الجزير في حالة إقامة الأعمدة ورأس القائمة عند نقطة الإقامة . (شكل رقم ٩٧) .

٢ — المثلث المساح :

المثلث المساح عبارة عن جهاز بسيط يستخدم في إجراء عملية التحشية على طول خط الجزير وذلك بإقامة وإسقاط الأعمدة . يتركب المثلث المساح في أبسط صورته من مشمن منظم مجوف وتنقسم واجهاته الثمان إلى أربعة أوجه رئيسية يضم كل وجه منها شتراً رأسى ضيق ينتهى شبكاً مستطيل الشكل . مثل



(شكل رقم ٩٧)

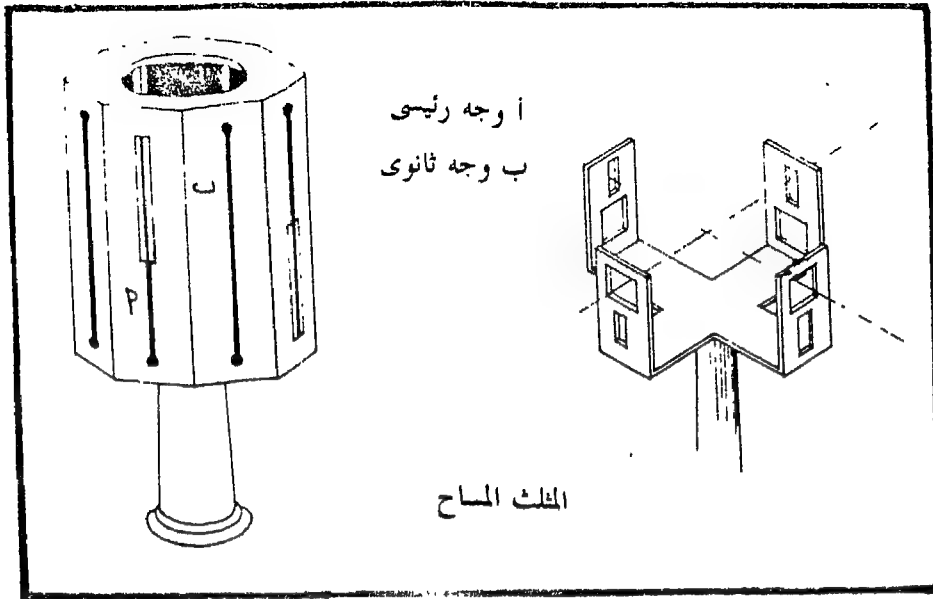
طرق إسقاط الأعمدة باستخدام الشريط

إمتداد الشرخ تمتد شعرة رأسية من السلك تتوسط الشباك ، كل وجهين متقابلين يكون الشباك مقابلاً للشق بحيث يتم التوجيه من الشق عبر الشعرة التي تتوسط الشباك المقابل ويكون خط النظر بين كل وجهين متقابلين عمودياً على خط النظر بين الوجهين الرئيسيين الآخرين .

وتستخدم هذه الأوجه الأربعة الرئيسية في إقامة وإسقاط الأعمدة .

وتتميز الأوجه الأربعة الأخرى بأن كل منها يتوسطه شق رأسى ضيق ونستخدم هذه الأوجه الثانوية في تحديد الإتجاهات على زوايا ٤٥° و ١٣٥° من النقط على خط الجنزير . (شكل رقم ٩٨) .

ويستخدم جهاز المثلث المساح في عمليات الرفع باستخدام أدوات قياس الأضوال (المساحة بالجنزير) خاصة في الأراضي الوعرة وغير الممهدة لما يتميز به من قوة تحمل للصدمات ، كما يستخدم في عمليات الرفع الأولية التي لا تتطلب دقة عالية



(شكل رقم ٩٨)

جهاز المثلث المساح

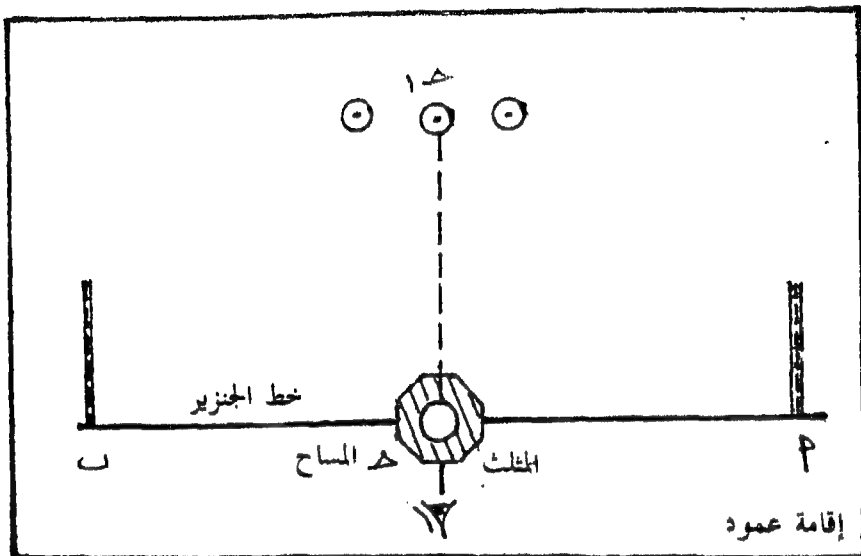
— إقامة عمود على خط الجنزير باستخدام المثلث المساح :

يُثبت المثلث المساح على حامله ويبدأ المساح في التأكد من وضعه على خط الجنزير وذلك بالإستعانة بوجهين من الأوجه الأربعة الرئيسية وبفرض أن خط الجنزير هو الخط أ ب والمطلوب إقامة عمود من نقطة على الخط واتكن حـ . (شكل رقم ٩٩) .

— من أحد الأوجه الرئيسية للمثلث المساح يرصد الشاخص عند أ ومن الوجه المقابل من الشق إلى الشعرة في وسط الشباك يرصد الشاخص عند ب للتأكد من أن خط النظر بين الوجهين يوازي تماماً خط الجنزير ، بذلك يكون الإتجاه بين الوجهين الرئيسيين الآخرين عمودياً على خط الجنزير .

— يتم الرصد من أحد الأوجه الرئيسية المعتمدة على خط الجنزير ، يقال . . .

المساعد التحرك بشاخص حتى يتم رصد الساحص عند حـ. احده بين موقع الشاخص الجديد وبين حـ نقطة موضع المثلث المساح هو البعد العمودى المقام من نقطة حـ . (حـ حـ) .



(شكل رقم ٩٩)

إقامة الأعمدة بإستخدام المثلث المساح

— إسقاط عمود من نقطة إلى خط الجنزير :

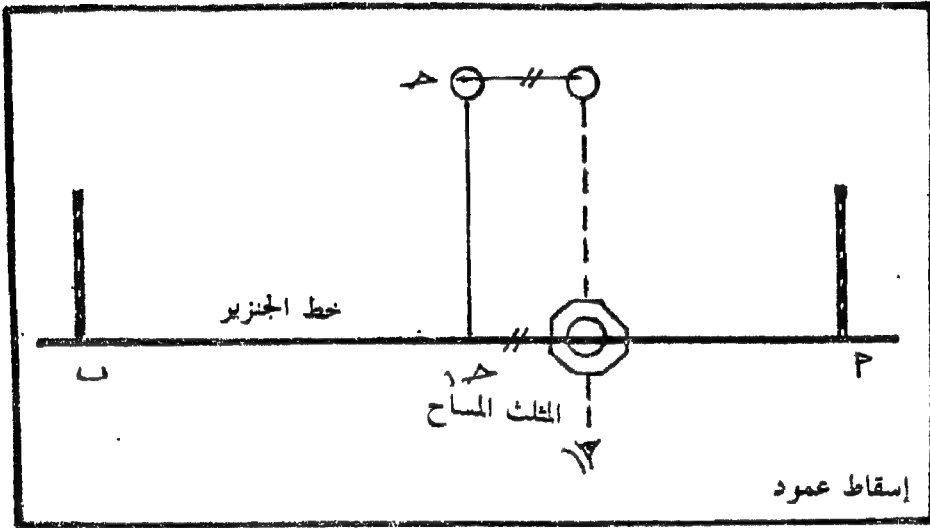
— على فرض أن المطلوب إسقاط عمود من نقطة ولتكن حـ إلى خط الجنزير أ ب تحدد بداية الخط ونهايته أ ، ب والنقطة حـ بشواخص .

(شكل رقم ١٠٠) .

— يتحرك المساح على خط الجنزير بالقرب من المسقط التقريبي للعمود محافظاً على أن يكون خط النظر بين وجهين رئيسيين من أوجه المثلث المساح موازياً لخط الجنزير .

— يبدأ المساح بمحاولة رصد النقطة حـ من خلال الوجهين الرئيسيين الآخرين فإن تم الرصد فإن موضع المثلث المساح يكون هو مسقط العمود المطلوب .

— إذا تعذر ذلك من أقرب النقط المتوقعة كمسقط للعمود يقوم المساح بإقامة عمود موازى للعمود المطلوب إسقاطه ويحدد البعد بين نهاية العمود المقام والعمود المطلوب وتنقل نقطة المثلث المساح بنفس البعد على خط الجنزير فتحدد نقطة حـ، مسقط العمود المطلوب إسقاطه .



(شكل رقم ١٠٠)
إسقاط الأعمدة بإستخدام المثلث المساح

٣ — المنشور المرئى :

المنشور المرئى من أجهزة إقامة وإسقاط الأعمدة على خط الجنزير ويتميز بالدقة فى الرصد والدقة فى التوجيه ومن ثم الدقة فى إجراء عملية التحشيشة على خط الجنزير .

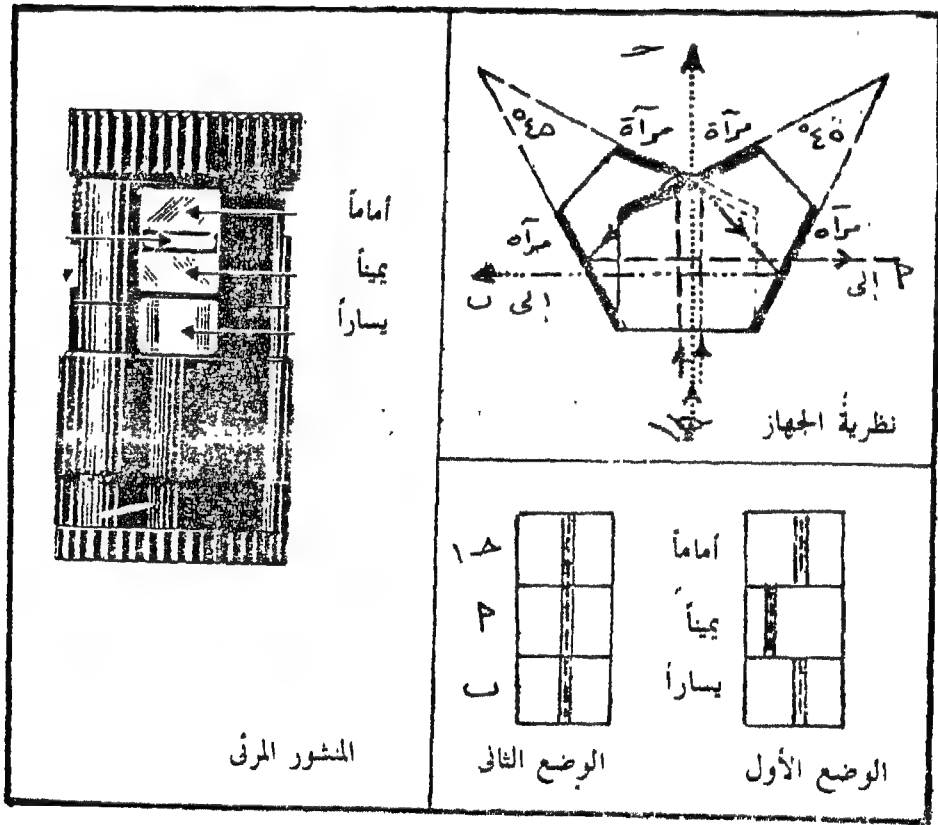
ويتميز المنشور المرئى المفرد منه أو المزدوج بسهولة الإستخدام لخفة وزنه ودقة صنعه .

ويتكون المنشور المرئى المزدوج من منشورين بلورين كل منهما خماسى الأوجه منهما وجهان مفضضان عاكسان الزاوية بينهما ٤٥° ، ومن ثم فإن

الشعاع الساقط على إحداهما ينعكس إلى المرآة الثانية لينعكس خارجاً بزاوية مقدارها ٩٠° .

ولكل منشور فتحة أمام عين المساح بحيث يرى المساح من المنشور الأول يميناً ومن المنشور الثاني يساراً ويرى أمامه مباشرة على الطبيعة .

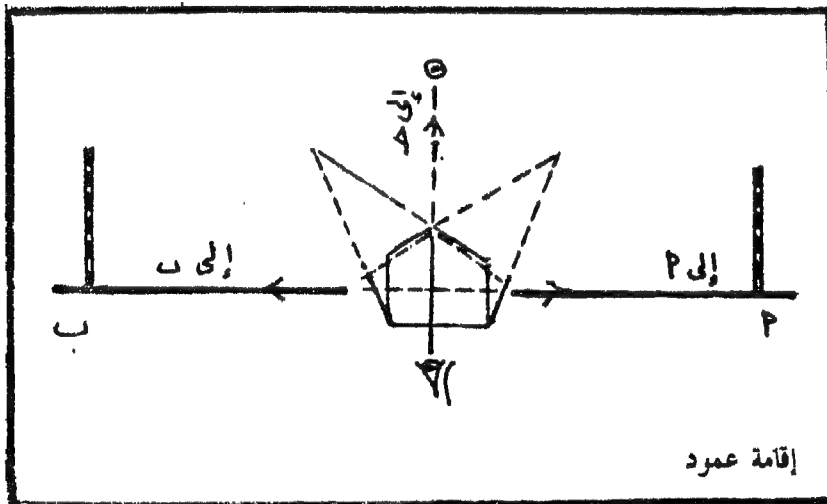
بحيث يكون الهدفان المرصودان يميناً ويساراً على إستقامة واحدة على حين يكون الهدف الأمامي في الطبيعة عمودياً على الخط بينهما .
(شكل رقم ١٠١) .



(شكل رقم ١٠١)
جهاز المنشور المرتب المزدوج

— إقامة عمود على خط الجزير باستخدام المنشور المرئي :
(شكل رقم ١٠٢) :

- من النقطة المطلوب إقامة العمود منها ولتكن ح على خط الجزير أ ب يقف المساح في نقطة ح ويرصد يمينا الشاخص أ ويساراً الشاخص ب من فتحتي المنشور فإذا كان الشاخصان لا يكمل بعضهما الآخر فإن النقطة ح ليست على إستقامة الخط أ ب . (الوضع الأول) .
- يتحرك الراصد أماماً وخلفاً حتى تكمل صورة الشاخص عند أ صورة الشاخص عند ب وبذلك تكون نقطة ح على خط الجزير تماماً .
- من الفتحة العليا للمنشور يرصد المساح شاخصاً يتحرك على جانب خط الجزير حتى تكمل صورته صورة الشاخصين عند أ ، ب وتصبح صور الشواخص عند ح ، وعند أ وعند ب يكمل بعضها البعض (الوضع الثاني) ، وبذلك يصبح البعد ح ، هو العمود المطلوب إقامته من نقطة ح .

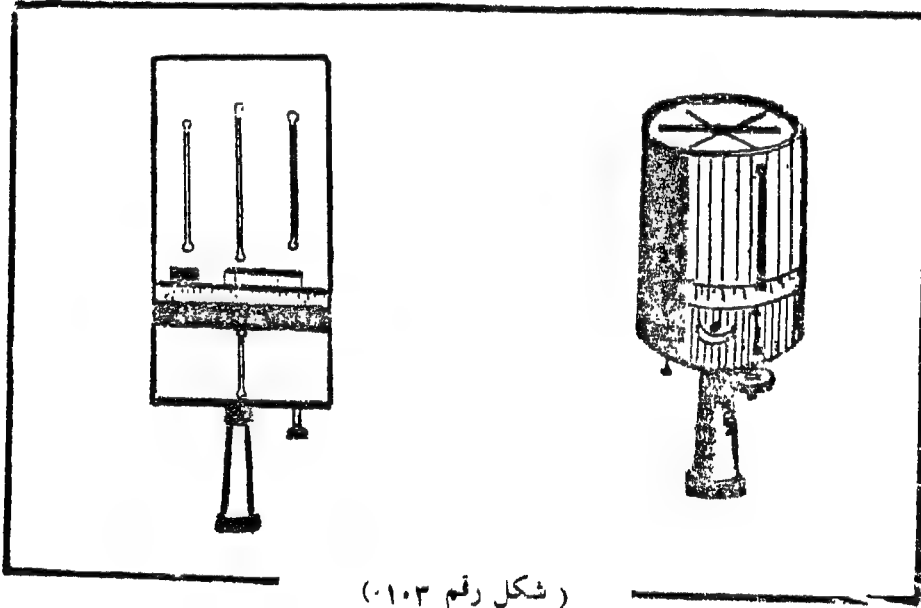


(شكل رقم ١٠٢)
إقامة الأعمدة باستخدام المنشور المرئي المزدوج

٤ - البانتومتر .

يمثل البانتومتر جهاز الثلث المساح في فكرته إلا أنه يتميز عليه بأكاميه
إجراء التحشية من نقطة على خط الجزير في كل الاتجاهات بين صفر
و ٣٦٠° . ويتركب الجهاز في أسط صورة من إسطوانة رأسية تتحرك دائرياً
على إسطوانة أفصر منها في الطول مساوية لها في القطر ، محيطها مقسم إلى
درجات ومثبت عليها ورنية لزيادة دقة قراءة الزاوية

المحيط الخارجى للإسطوانة العليا به شرخين رأسيين متقابلين الزاوية بينهما
١٨٠° ، وينطبق شرح التوجيه والرصد المقابل لعين الراصد على تدريج الصفر
في الإسطوانة السفلى ، على حين يشير الشرخ المقابل للظواهر في الطبيعة .
(شكل رقم ١٠٣) .



(شكل رقم ١٠٣)
جهاز البانتومتر

وتستخدم هذه الطرق السابقة جميعاً في إجراء عملية التحشية على جوانب
خطوط الجزير في عملية الرق باستخدام أساليب قياس الأطوال المعروفة
المساحة بالجزير .

خطوات رفع منطقة بطريقة المساحة

بالجنزير

١ - الاستكشاف :

يقصد بعملية الاستكشاف معاينة المنطقة المراد رفعها والتعرف على طبيعة المكان وحدوده ، وما يضمنه من ظواهر جغرافية طبيعية وبشرية حتى يمكن وضع تصور أولى عن مدى مناسبة أسلوب المساحة بالجنزير لرفع المنطقة . كذلك وضع خطة العمل المساحي وتقدير الأدوات المطلوبة لإجراء عملية الرفع والوقت المطلوب لتنفيذ العمل .

٢ - الرسم التخطيطي :

بعد إجراء عملية الاستكشاف يتم رسم تخطيط تقريبي يعرف بكروكي المنطقة يعد بمثابة صورة تقريبية للموقع يحدد فيها المعالم الرئيسية . ويرسم الكروكي بمقياس رسم معين في اسكتش يعرف بدفتر الحقل بالقلم الرصاص حتى يمكن إجراء التعديل إذا لزم ذلك .

٣ - اختيار نقط رؤوس المضلع :

على الرسم التخطيطي يتم اختيار عدد من النقاط الأساسية بالقرب من حدود المنطقة المطلوب رفعها تمثل فيما بينها مضلعاً يكاد يحيط بالمنطقة ، وبحيث يمكن قياس كل خط من خطوط المضلع قياساً مباشراً وبما يمكن من الحركة على طول كل خط من خطوط المضلع .

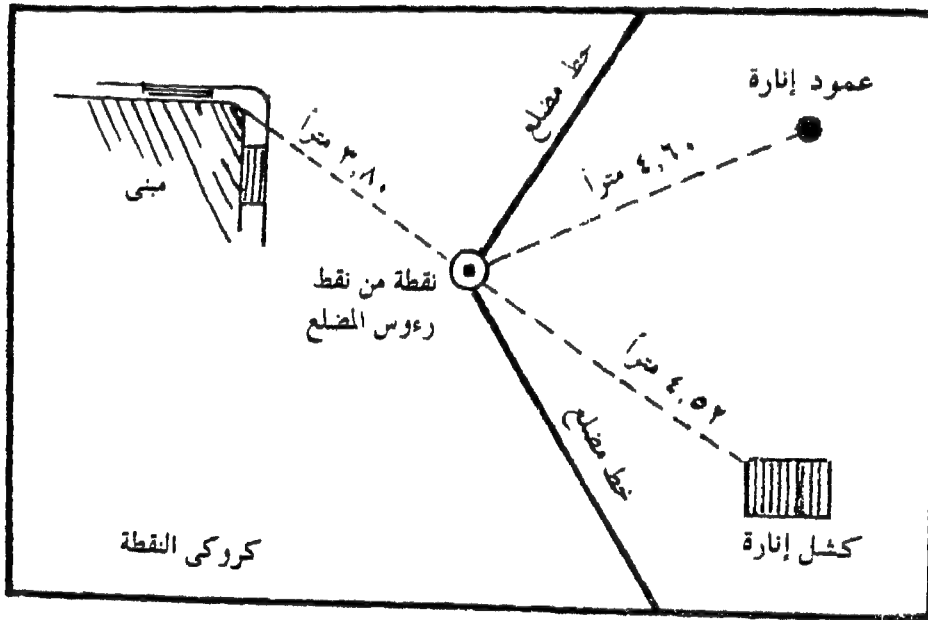
كما يفضل أن يكون المضلع بحيث يتكون من عدد من المثلثات مع مراعاة أن يكون عدد خطوط المضلع أقل ما يمكن وأطول ما يمكن .

بعد التحديد الأتلى لنقط رؤوس المضلع على الكروكي يتم تحديد هذه النقاط في مراقبها على الطبيعة وبحيث أن تكون بعيدة عن حركة اسابله حتى لا تزال من مواسمه يا حتى إنهاء العمل ، ومن ثم يتم تثبيت هذه النقاط بإستخدام ...

من الأوتاد الخشبية في الأراضي الرخوة أو الأوتاد الحديدية في الأرض الصلبة .

٤ - كروكيات نقط رءوس المضلع :

يتم عمل كروكى لكل نقطة من نقط رءوس المضلع في صفحة حاصه من دفتر الحقل بعد إختيار مواقعها المناسبة وتثبيتها . وذلك رسم النقطة وما يحيط بها من ظواهر ثابتة . ثم قياس البعد بين النقطة وبين ثلاثة من هذه الظواهر وتسجيل هذه الأبعاد على الكروكى . (شكل رقم ١٠٤) .



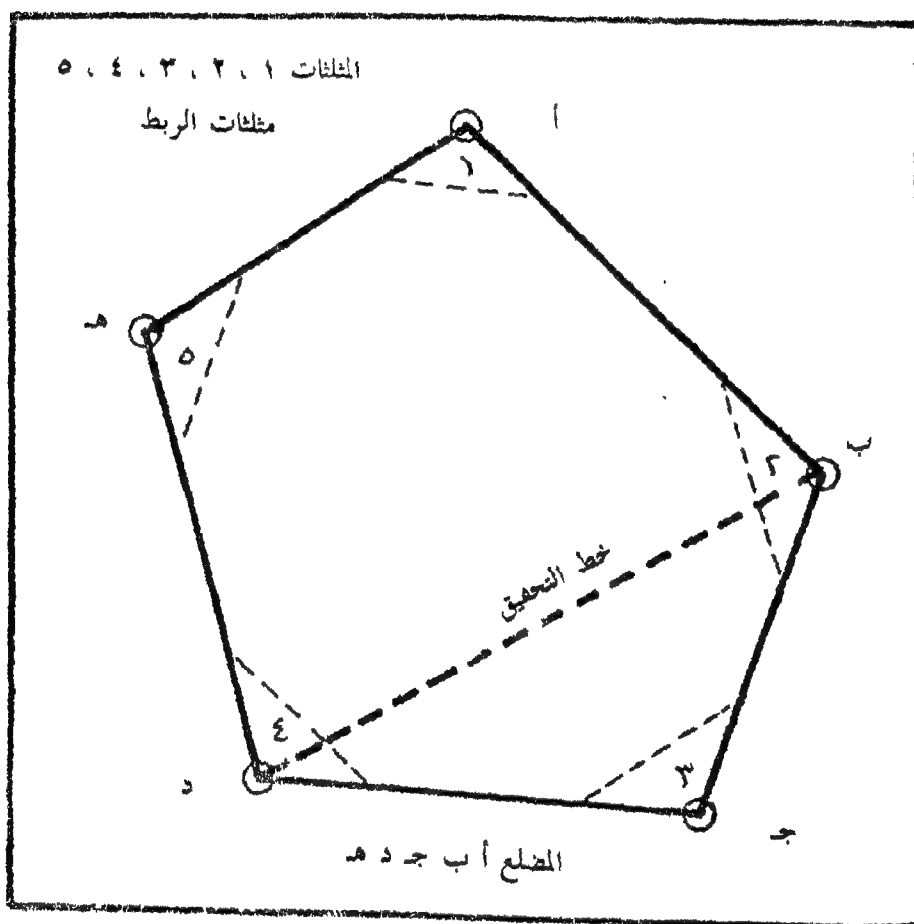
(شكل رقم ١٠٤)

كروكى النقطة

٥ - قياس أطوال أضلاع المضلع :

يتم قياس الأطوال الأفقية لأضلاع المضلع باستخدام الحزير ذهاباً وإياباً . إتباع طرق قياس المسافات ، ويقاس أحد أقطار المضلع للتحقيق . ولربط

خطوط المضلع ، تقاس أضلاع مثلثات تعرف بمثلثات الربط للإستعانة بها عند توقيع المصنع وذلك بقياس أبعاد مناسبة على كل ضلعين من أضلاع المصنع وكذلك وتر المثلث وتسجل على الكروكي . (شكل رقم ١٠٥) .



(شكل رقم ١٠٥)
مثلثات الربط وخط التحقق

٦ - رفع التفاصيل :

لرفع التفاصيل بالمنطقة التى تم إنشاء مضلع من حولها تتبع الخطوات الآتية :

- أ - يتم رفع التفاصيل من خلال إقامة وإسقاط أعمدة تمثل احداثيات بالنسبة لكل خط من خطوط المضلع وهو ما يعرف بالتحشية . ويكون لكل نقطة من نقطة الظواهر والتفاصيل احداثيان الأفقى هو البعد العمودى بينها وبين خط الجنزير ، والرأسى هو بعد المسقط العمودى للظاهرة مقاساً من بداية خط الجنزير .
- ب - يسبق عملية التحشية رسم كروكى لكل ضلع من أضلاع المضلع منفصلاً تخصص له صفحة خاصة فى دفتر الحقل على أن تكون بداية الخط من أسفل الصفحة . ويرسم الخط بإتساع نحو ٢ سم ممتداً من أسفل الصفحة إلى أعلاها ويسجل طول الخط بدءاً من صفر فى أوله وطوله السابق قياسه فى أعلى الصفحة .
- ج - ترسم كروكيات للتفاصيل والظواهر المطلوب رفعها مساحياً على جانبي الخط يميناً ويساراً .
- د - يبدأ المساح فى إسقاط الأعمدة من الظواهر والتفاصيل فى الطبيعة على خط الجنزير متبعاً إحدى طرق إسقاط الأعمدة . ترسم هذه الأعمدة من التفاصيل على صفحة الكروكى ويسجل عليها البعد من نقطة بداية خط الجنزير حتى نقطة مسقط العمود ، كذلك يسجل على العمود طوله المقاس فى الطبيعة .
- هـ - يتم إجراء عملية التحشية وتسجيل الأرصاد لجميع التفاصيل الموجودة فى الطبيعة إلى يمين ويسار خط الجنزير من بداية الخط حتى نهايته .
- و - يتم رفع الظواهر ذات الحدود المستقيمة بالإكتفاء بإسقاط عمود من أول الظاهرة وثنان من منتصفها تقريباً وثالث عند نهايتها .
- ز - يتم رفع الظواهر ذات الحدود غير المنتظمة بإسقاط الأعمدة من بداية الظاهرة من كل نقطة يتغير فيها إتجاه حدودها .
- ح - يتم رفع المباني بإسقاط أعمدة لواجهاتها على خط الجنزير مع قياس

أطوال بقية الواجهات غير الظاهرة من على خط الجزير للتمكن من توقيع المبني كاملاً .
ط - يجب مراعاة الدقة الكاملة عند إجراء عملية التحشية إذ أن تراكم الأخطاء في عملية التحشية يترتب عليه ضرورة إعادة إجراء العملية المساحية بما تتطلبه من وقت وجهد كبيرين .

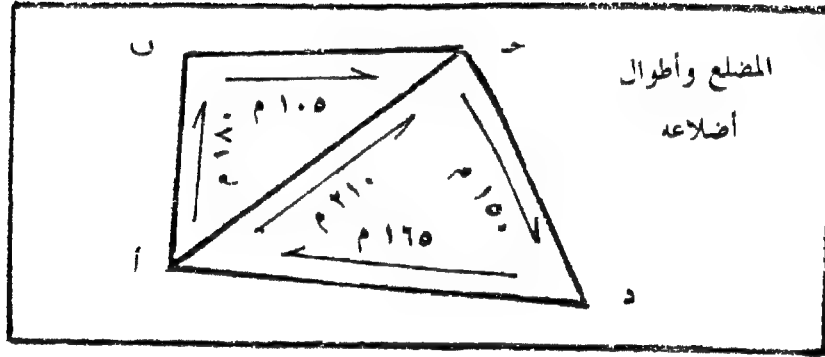
٧ - توقيع الأرصاد المساحية :

تعتبر مرحلة توقيع الأرصاد الحقلية ورسم الخريطة الغرض النهائي من العمل المساحي ، وتعرف هذه المرحلة بالعمل المكتبي حيث يتم توقيع كل الأرصاد وتوظيفها للوصول إلى خريطة موزع عليها الظواهر التي تم رفعها من الطبيعة . وتتلخص طريقة توقيع الأرصاد المساحية في الخطوات الآتية :

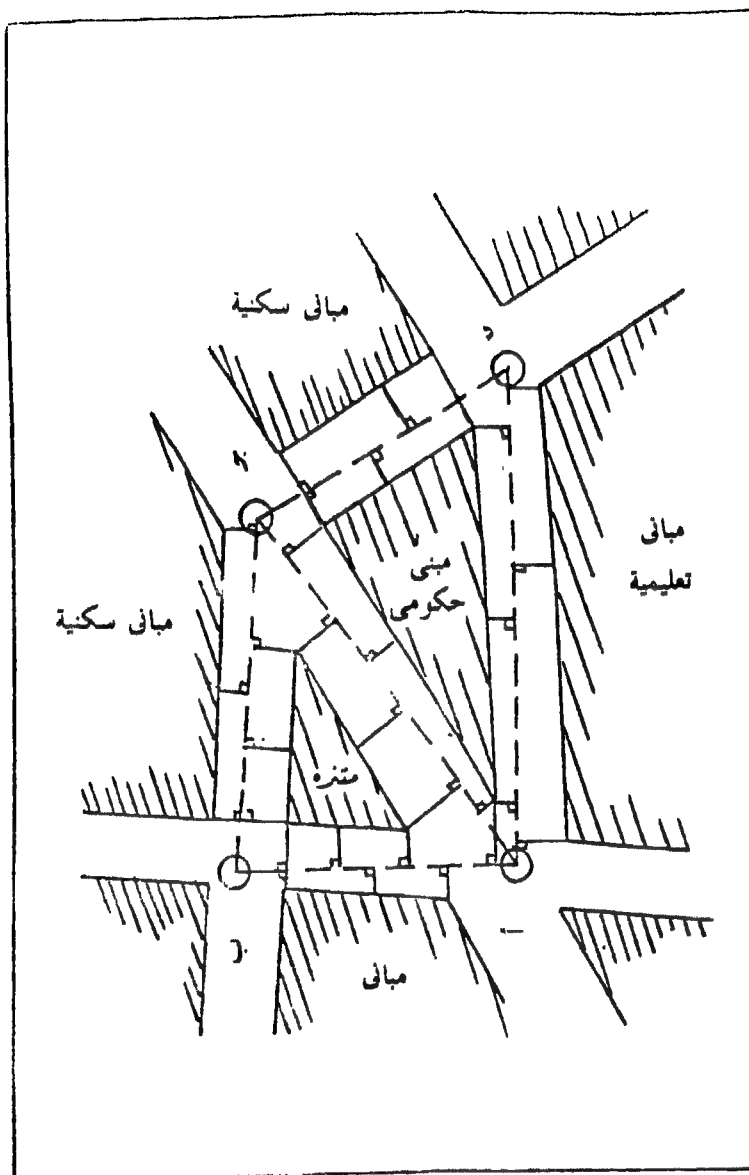
- أ - يبدأ الجغرافي في اختيار مقياس رسم مناسب ، يناسب مع الأطوال التي تم قياسها ، وكذلك أبعاد البلد . المعدة للتوقيع والرسم عليها .
- ب - يوقع الهيكل الأساسي للبلد الذي يمثل المضلع من واقع الأرصاد وتبعاً لمقياس الرسم بأن توقيع نقطة ويرسم أول ضلع تبعاً لمقياس الرسم ثم تحدد أبعاد مثلث الربط على طرفي الخط باستخدام الفرجار لتحديد اتجاه الخطين المرتبطين بهذا الضلع وهكذا حتى يتم رسم كل أضلاع المضلع بنفس النسب التي تربط بين أضلاعه في الطبيعة .
- ج - يرسم خط التحقق السابق قياسه في الطبيعة ويقارن بطوله على الخريطة تبعاً لمقياس الرسم للتأكد من صحة العمل ودقته .
- د - من واقع دفتر الحقل يتم توقيع أحداثيات التحشية تبعاً للأرصاد المقاسة لكل خط من خطوط المضلع . بذلك يتم توقيع التفاصيل والظواهر الجغرافية بمقياس رسم دقيق على الخريطة .
- هـ - يتم نقل الظواهر الجغرافية فقط دون غيرها من خطوط سبق توقيعها وتحرير وتلون وتتبع طرق الترميز المستخدمة في رسم الخريطة التي تزود بدليل لرموزها ومقياس الرسم والعنوان والإطار .

مثال تطبيقي على الرفع باستخدام أدوات قياس الأطوال (المساحة بالجزير) : المضلع أ ب ج د هـ تم رفعه بالمساحة بالجزير

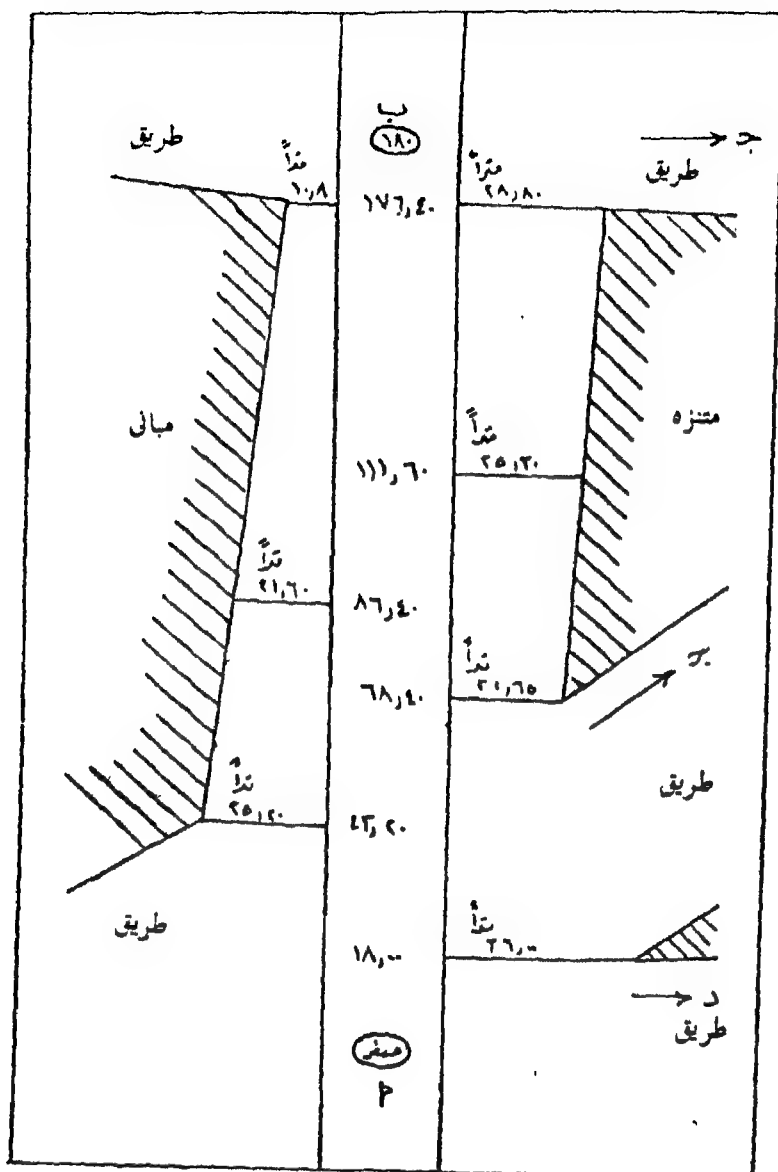
(شكل رقم ١٠٦) ويوضح الشكل رقم ١٠٧ كروكي المنطقة ، على
حيث توضح الأشكال أرقام ١٠٨ ، ١٠٩ ، ١١٠ ، ١١١ ، ١١٢ بيانات
صفحات الحقل لكل خط جزير من خطوط المصنع ' ب ح د ، والأرصاد
التي تم رفعها بطريقة المساحة بالجنزير ، والمطلوب توقيع هذه لأرصاد على
لوحة بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠ .



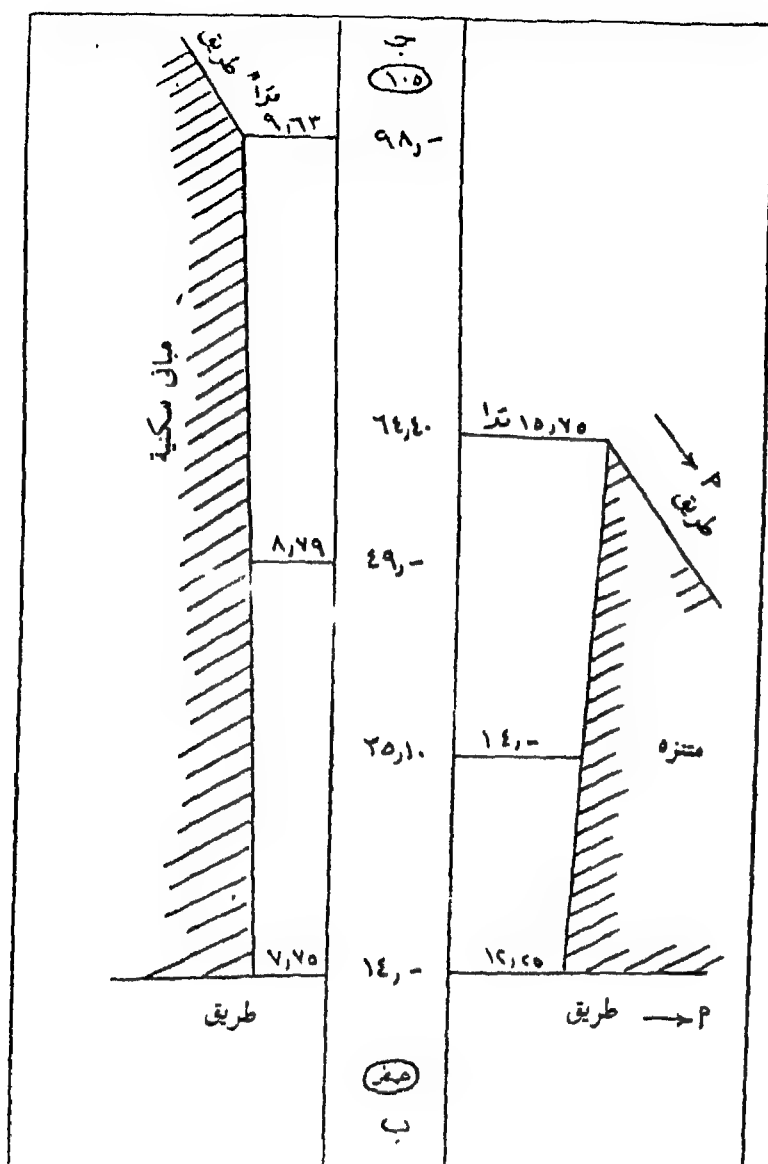
(شكل رقم ١٠٧)



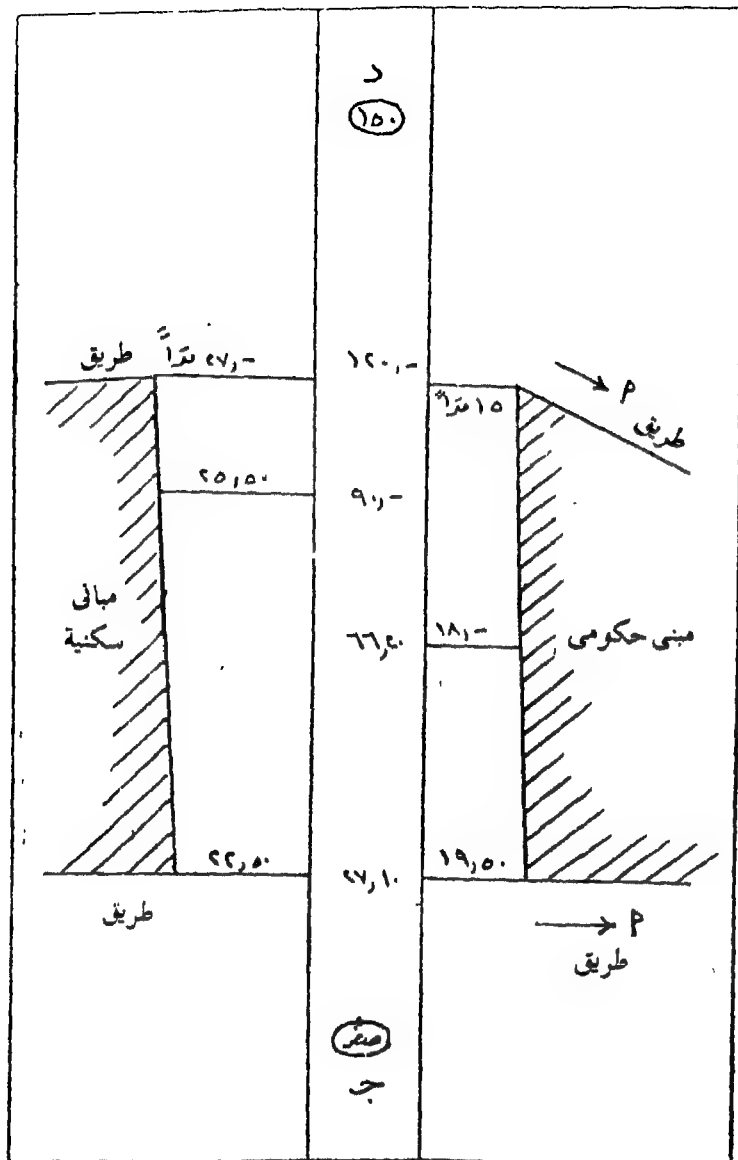
(شكل رقم ١٠٧)
كروكى المنطقة ونقط رءوس المضاع و حثوط الجنزير
وأعمدة التحشيرة



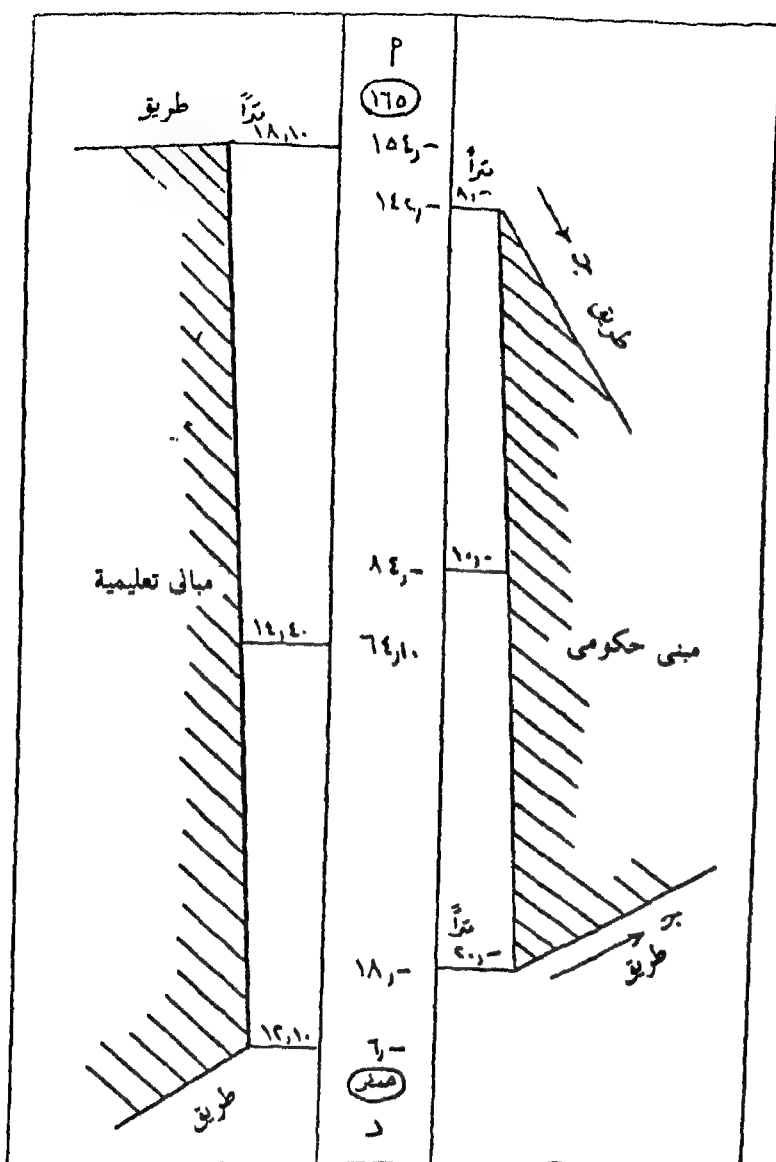
(شكل رقم ١٠٨)
 صحيفة الحقل لخط الجزيرة أ ب



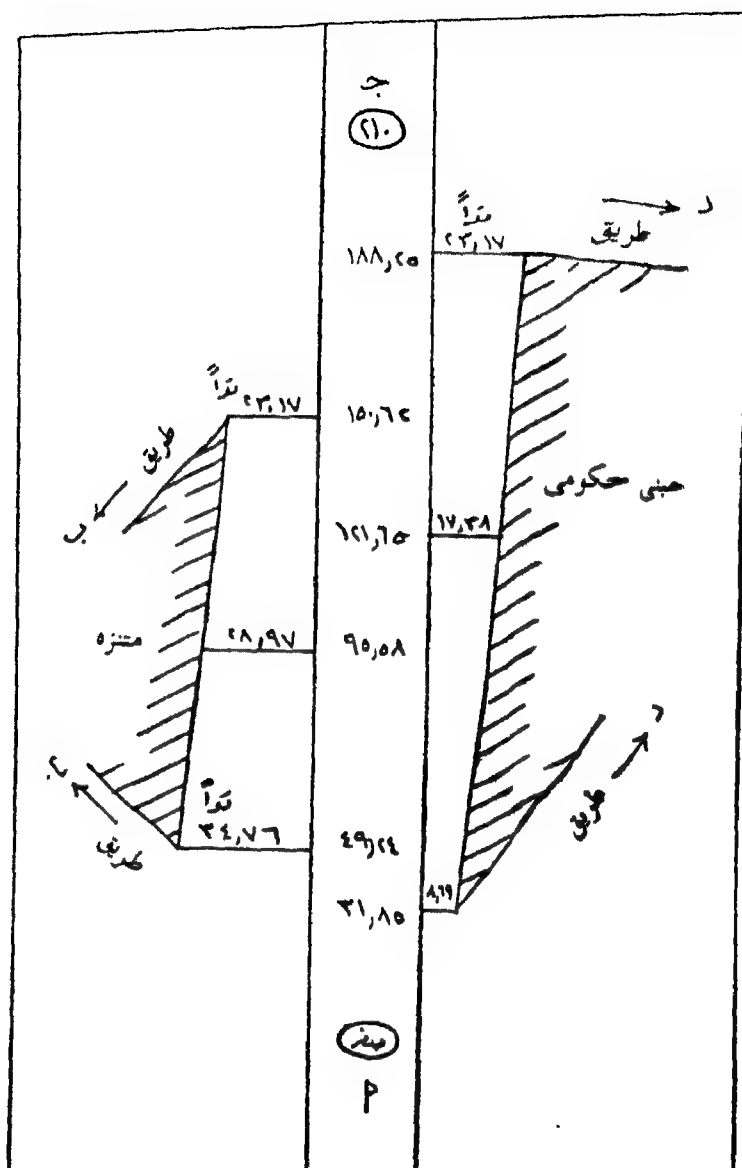
(شكل رقم ١٠٩)
 صحيفه الحقل خط الجنائز ب ج



(شكل رقم ١١٠)
 صحيفة الحقل لخط الجزير ح د



(شكل رقم ١١١)
 صحيفة الحقل لخط التبريد أ



(شكل رقم ١١٢)
صحيفة الحقل لخط الجزيرة أ ج

لتوقيع هذه الأرصاد تبعاً لمقياس الرسم المطلوب يبدأ الجغرافي بتحويل كل الأطوال المقاسة على الطبيعة بالتر إلى الأطوال المقابلة لها على الخريطة وفقاً لمقياس الرسم المطلوب ، ثم يتبع الخطوات الآتية :

أ — على لوحة الرسم يرسم مقياساً خطياً أو شبكياً يقيس بدقة تصل إلى متر واحد .

ب — يبدأ التوقيع بتوقيع الخط أ د في موقع مناسب على اللوحة بحيث يمكن رسم بقية خطوط المضلع في موضع مناسب على اللوحة وذلك بطول ١٦,٥ سم .

ج — من نقطة أ باستخدام الفرجار يرسم قوس بطول ٢١ سم يمثل موقع نقطة ح ، من نقطة د باستخدام الفرجار يرسم قوس بطول ١٥ سم يقطع القوس الأول في نقطة ج يوصل كل من أ ح ، د ح بذلك يكون قد تم توقيع الأضلاع أ د ، أ ح ، د ح .

د — من نقطة أ باستخدام الفرجار يرسم القوس بطول ١٨ سم يمثل موقع نقطة ب ومن نقطة ح باستخدام الفرجار يرسم القوس بطول ١٠,٥ سم يقطع القوس الأول في نقطة ب يوصل أ ب ، ح ب بذلك يتم رسم كل خطوط المضلع .

هـ — بعد ذلك يتم توقيع التفاصيل على كل خط من خطوط الجزير كل خط على حدة . ولتحشية الخط أ ج من واقع صفحة الحقل الخاصة بهذا الخط يتم توقيع الاحداثيات الرأسية لمواقع الأعمدة على خط الجزير من بداية الخط . حتى نهايته . من النقط التي تم تحديدها ترسم الاحداثيات الأفقية يمينا ويساراً بأطوالها تبعاً لمقياس الرسم . تحدد نهايات الاحداثيات الأفقية حدود الظواهر التي تم رفعها ، بتوصيل نهايات هذه الأعمدة يتم توقيع الظواهر حول خط الجزير أ ح والتي سبق إجراء عملية التحشية منها إلى خط الجزير .

و — بنفس الطريقة يتم توقيع بقية الأرصاد لكل خط من خطوط المضلع حتى تنتج خريطة دقيقة للمنطقة بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠ وتمحي خطوط الجزير وخطوط التحشية ولا يبقى على الخريطة سوى ما توزعه من ظواهر جغرافية طبيعية وبشرية .

الفصل الثاني

الرفع بأدوات قياس الانحرافات

ثانياً : الرفع بأدوات قياس الانحرافات (الرفع بالبوصله المنشورية)

تتم عملية رفع الظواهر الجغرافية من الطبيعة باستخدام طريقة قياس انحرافات النقط عن إتجاه الشمال المغناطيسي من نقطة مختارة أو من عدة نقط مع قياس بعض الأطوال . يتم توقيع هذه الأرصاد للحصول على الخريطة التي تعد الهدف من إجراء أى عملية رفع مساحى مع إختلاف نوع الخريطة تبعاً للغرض الذى رسمت من أجله .

١ — أدوات الرفع :

أ — البوصلة المنشورية :

تعتبر البوصلة المنشورية الجهاز الأساسى المستخدم فى إجراء عملية الرفع المساحى بقياس الانحرافات المغناطيسية . تتركب البوصلة المنشورية من علبة نحاسية إسطوانية الشكل بقطر نحو ١٠ سم وإرتفاع نحو ٣ سم . وأختير النحاس كمادة لصنعها لأن النحاس من المعادن التى لا تؤثر فى المجال المغناطيسى للابرة المغناطيسية الموجودة بداخل العلبة حرة الحركة مرتكزة على سن مدبب فى مركز قاعدة العلبة النحاسية .

— ومثبت على الابرة المغناطيسية قرص من الألومنيوم خفيف الوزن يدور مع الابرة ومدرج إلى ٣٦٠ درجة وأنصاف الدرجات فى إتجاه حركة عقارب الساعة بدءاً من القطب المشير إلى الجنوب للابرة المغناطيسية . وبالعلة مسمار لوقف حركة الابرة فى حالة عدم الإستخدام ، ومسمار آخر مهمته تهدئة حركة دوران الابرة إستعداداً لقياس الانحرافات . للعلبة غطاء زجاجى لحمايتها من الأتربة وعوالق الجو .

— والبوصلة المنشورية مزودة بأدوات مساعدة للتوجيه وقراءة الانحراف وهى عبارة عن منشور ثلاثى مزود بفتحة دائرية يعلوها شرخ رأسى .

ومهمة الفتحة الدائرية قراءة قيمة الانحراف ، على حين يستخدم الشق الرأسى فى عملية التوجيه والرصد على الأهداف فى الطبيعة .

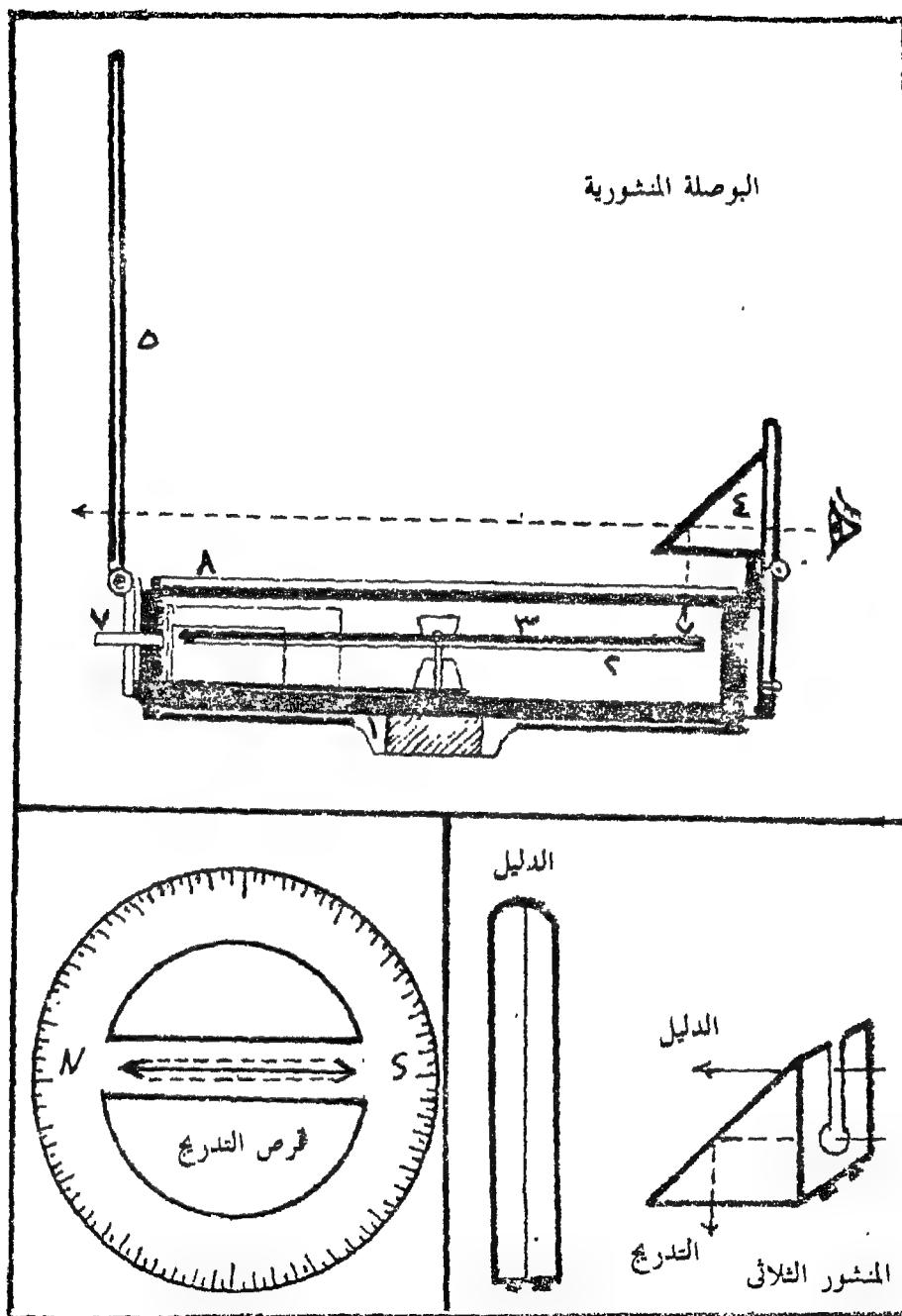
- يقابل الشق قطرياً على حط واحد يمر بمركز العلبة النحاسية شعرة رأسية مثبتة وسط إطار نحاسي مستطيل الشكل يعرف بالدليل يستخدم مع المنشور الثلاثي في عملية التوجيه . كلا من المنشور والدليل يمكن طيهما فوق سطح العلبة النحاسية مفصلياً في حالة عدم الإستخدام .
- قاعدة البوصلة تسمح بتركيبها فوق حامل ثلاثي مزود بركبة حرة الحركة تسمح بوضع البوصلة في وضع أفقي يسمح بحرية حركة الأبرة المغناطيسية ، ويسمح بأن يتم الرصد على المستوى الأفقي الذي هو أساس المساحة المستوية .

تركيب البوصلة : (شكل رقم ١١٣) :

- ١ — علبة نحاسية .
- ٢ — إبرة مغناطيسية .
- ٣ — قرص مدرج .
- ٤ — منشور ثلاثي .
- ٥ — دليل التوجيه .
- ٦ — مسمار تثبيت .
- ٧ — مسمار تهدة .
- ٨ — غطاء زجاجي .

— ملاحظات على المساحة بالبوصلة المنشورية :

- أ — تستخدم البوصلة المنشورية في رفع المناطق المحدودة المساحة ، وتعتبر الخرائط الناتجة خرائط أولية لا تتصف بالدقة الكاملة .
- ب — يصعب إستخدام طريقة الرفع بإستخدام البوصلة المنشورية في المدن خاصة وأن لخطوط الطاقة الكهربائية وللحديد المستخدم في عمليات إنشاء للمباني والسيارات وخطوط الإتصال الألكتروني وغيرها أثر مباشر على إتجاه الأبرة المغناطيسية ، يعرف بالجاذبية المحلية . كذلك يكون من غير المناسب إستخدامها في المناطق غير المأهولة دون التعرف مسبقاً على طبيعة التكوين الجيولوجي بها لإستبعاد مناطق الصحور الحديدية ، التي من شأنها أن تغير من إتجاه الأبرة المغناطيسية ، ومن ثم تؤدي إلى أخطاء في الرصد تجعل طريقة البوصلة من الطرق المستبعدة في عمليات الرفع المساحي .
- ج — تستعمل البوصلة المنشورية في قياس زاوية إنحراف أى خط عن إتجاه الشمال المغناطيسي . ويتم قياس إنحراف الخط من أى نقطة على الخط ،



كما وأن الخطأ في قياس انحراف أى خط لا يؤثر على قياسات انحرافات
أى خط آخر .

٢. — قياس الانحرافات :

تعرف الانحرافات المقاسة بالبوصلة المنشورية بالانحرافات الدائرية أى التى
تقاس من إتجاه الشمال المغناطيسى فى إتجاه حركة عقارب الساعة فى دائرة
القياس من صفر إلى 360° .

— يتم قياس الانحراف الدائرى لأى خط بتثبيت البوصلة المنشورية على
حاملها الثلاثى أفقية بحيث يكون مركز البوصلة مسامناً لنقطة القياس
باستخدام خيط الشاغول .

— باستخدام مسمار تهدئة حركة الابرة المغناطيسية حتى تتوقف عن الحركة
وتشير تماماً إلى إتجاه الشمال المغناطيسى ، ثم بالاستعانة بالمنشور الثلاثى
والدليل يوجه خط النظر إلى الهدف المطلوب رصده . تسجل القراءة
المبينة على إطار القرص المعدنى فتسمى الانحراف الدائرى للخط الذى
أوله عند موضع البوصلة ونهايته عند الهدف المرصود ويعرف بالانحراف
الأمامى .

— بتبادل المواضع بين البوصلة والهدف فإننا نسجل لنفس الخط انحرافاً
جديداً يعرف بالانحراف الخلفى . (شكل رقم ١١٤) .

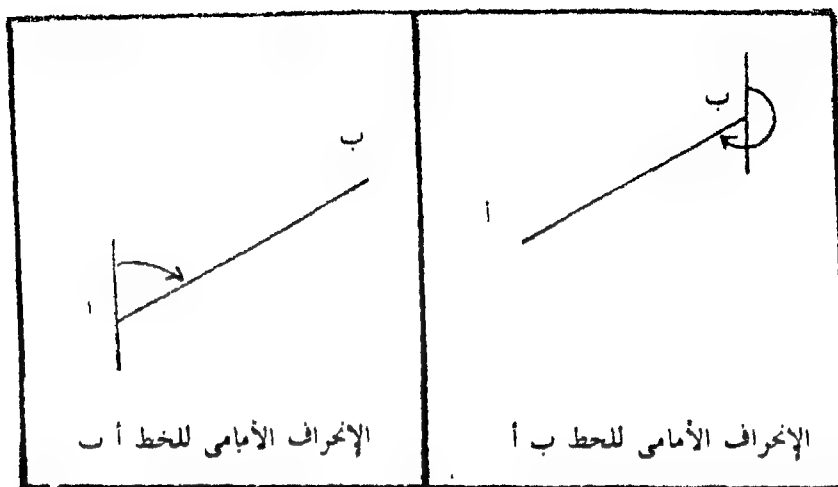
— الفرق بين الانحرافين الأمامى والخلفى يجب أن يكون مساوياً 180° ويقل
عن ذلك أو يزيد فى حالة وجود تأثير للجاذبية المحلية .

— الانحراف المقاس من أ هو الانحراف الأمامى للخط أ ب = 80°

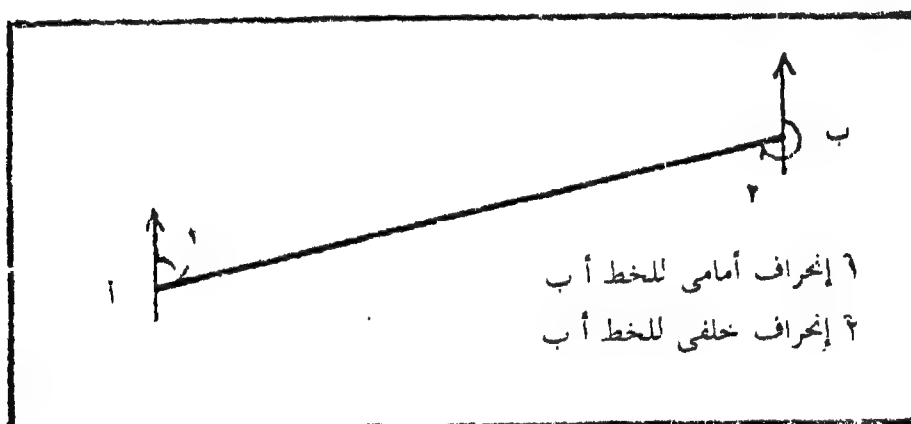
— الانحراف المقاس من ب هو الانحراف الخلفى للخط أ ب = 260°

— الفرق بين الانحرافين = $260 - 80 = 180^\circ$

ومن ثم فإنه يمكن معرفة الانحرافات الخلفية حساسياً من الانحرافات الأمامية
وذلك بإضافة 180° للانحراف الذى يقل عن 180° وبطرح 180° من
الانحراف الذى يزيد عن 180° . (شكل رقم ١١٥) .



(شكل رقم ١١٤)
الإزاحات الأمامية والخلفية



(شكل رقم ١١٥)

الجاذبية المحلية

يستفاد من العلاقة بين الانحرافات الأمامية وبين الانحرافات الخلفية في إكتشاف أثر الجاذبية المحلية ، ومن ثم يتم تصحيح هذه الانحرافات حتى تتغلب على أثر الجاذبية المحلية ليصبح الفرق بين الانحرافين دائماً مساوياً 180° درجة .
ويتم تصحيح الانحرافات بإحدى الطريقتين طريقة المتوسطات ، وطريقة معالجة الجاذبية المحلية عند كل نقطة وتعرف بطريقة الجاذبية المحلية .

١ — المتوسطات الحسابية :

يتم تصحيح أثر الجاذبية المحلية بتوزيع مقدار الفرق بين الانحرافين على كل منها بالتساوى — مناصفة على النحو التالى :

- أ — فى حالة ما إذا كان الفرق يزيد عن 180° بحسب الفرق وينصف ثم يضاف نصف الفرق إلى الانحراف الأمامى إذا كان أقل من 180° ويطرح نصف الفرق من الانحراف الخلفى .
ب — فى حالة ما إذا كان الفرق أقل من 180° بحسب الفرق وينصف ثم يطرح نصف الفرق من الانحراف الأمامى إذا كان أقل من 180° ويضاف نصف الفرق إلى الانحراف الخلفى .

مثال :

قيس الانحراف الأمامى للخط س ص فكان مساوياً 46° على حين كان إنحرافه الخلفى 227° بين إذا كان هناك تأثيراً للجاذبية المحلية وإن وجد صحح الانحرافات بطريقة المتوسطات .

— الفرق بين الانحرافين الأمامى والخلفى $= 227 - 46 = 181^\circ$
لما كان الفارق يزيد عن 180° فعلى ذلك فإن هناك تأثيراً للجاذبية المحلية موجباً مقداره درجة واحدة .

... يتم تصحيح الانحرافات كالتالى :

نصف الفرق = نصف درجة = 30 دقيقة
الانحراف الأمامى أقل من 180° درجة

$$\begin{aligned}
 \text{الإنحراف الأمامى المصحح} &= ٤٦٠٠' + ٣٠' = ٤٦٠٠' \\
 \text{الإنحراف الخلفى المصحح} &= ٢٢٧' - ٣٠' = ٢٢٦' \\
 \text{الفرق بين الإنحرافين} &= ٢٢٦' - ٤٦' = ١٨٠'
 \end{aligned}$$

مثال :

قيس الإنحراف الأمامى للخط أ ب فكان مساوياً ٣٠' ٦٥° على حين كان إنحرافه الخلفى ٣٠' ٢٤٤°. بين إذا كان هناك تأثيراً للجاذبية المحلية وإن وجد صحح الإنحرافات بطريقة المتوسطات .

$$\text{الفرق بين الإنحرافين الأمامى والخلفى} = ٣٠' ٢٤٤ - ٣٠' ٦٥ = ١٧٩'$$

لما كان الفارق أقل من ١٨٠° فعلى ذلك فإن هناك تأثيراً للجاذبية المحلية سالباً مقداره درجة واحدة .

— يتم تصحيح الإنحرافات كالآتى :

نصف الفرق = نصف درجة = ٣٠ دقيقة .

— الإنحراف الأمامى أقل من ١٨٠°

$$\begin{aligned}
 \text{الإنحراف الأمامى المصحح} &= ٣٠' ٦٥ - ٣٠' = ٣٠' \\
 &= ٣٠' ٦٥
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{الإنحراف الخلفى المصحح} &= ٣٠' ٢٤٤ + ٣٠' = ٣٠' ٢٤٥ \\
 &= ٣٠' ٢٤٥
 \end{aligned}$$

$$\text{الفرق بين الإنحرافين} = ٣٠' ٢٤٥ - ٣٠' ٦٥ = ١٨٠'$$

٢ — الجاذبية المحلية :

تعد هذه وسيلة لتصحيح أثر الجاذبية المحلية على الإنحرافات المقاسة بواسطة البوصلة المنشورية عند رفع المضلعات المقفلة منها والمفتوح . وتتلخص هذه

الطريقة في تحديد خط من خطوط المضلع غير متأثر بالجاذبية المحلية كخط بداية لتصحيح بقية الانحرافات ، فإن لم يوجد مثل هذا الخط الذى يجب أن يكون الفرق بين انحرافيه الأمامى والخلفى مساوياً ١٨٠ درجة يتم البدء من أقل الخطوط تأثراً بالجاذبية المحلية أى الذى يحسب له أقل فرق بين الانحرافين وتصحيح انحرافاته بطريقة المتوسطات .

— أى لا بد من وجود أو إيجاد خط خال من تأثير الجاذبية المحلية يبدأ منه تصحيح انحرافات بقية الخطوط . من أحد طرفي الخط وفي إتجاه حركة عقارب الساعة يتم التصحيح بالنسبة لخط المضلع التالى بإتخاذ الانحراف عند طرف الخط انحرافاً أمامياً غير متأثر بالجاذبية المحلية ويحسب منه الانحراف الخلفى لهذا الخط .

— الفرق بين الانحراف المحسوب والانحراف المرصود يمثل مقدار الجاذبية المحلية عند هذه النقطة ويكون موجباً أو سالباً . يعنى هذا أن جميع الأرصاد المقاسة من هذه النقطة محملة بمقدار هذا الفرق ومن ثم يتم تصحيحها .

مثال :

عند رفع المضلع أ ب ح د بواسطة البوصلة المنشورية بطريقة المضلع كانت انحرافات الخطوط الأمامية والخلفية كما هو مبين بجدول الأرصاد والمطلوب بيان مدى أثر الجاذبية المحلية على أرصاد المضلع وتصحيحها .

الانحراف الخلفى	الانحراف الأمامى	المضلع
٢٨٥ ' ٣٠	١٠٦ ' ٠٠	أ ب
١٨ ' ٠٠	١٩٨ ' ٣٠	ب ج
١١٦ ' ٣٠	٢٩٦ ' ٣٠	ج د
٢١٦ ' ٣٠	٣٥ ' ٣٠	د أ

— بحسب الفرق بين الانحرافات الأمامية وبين الانحرافات المقاسة لبيان وجود تأثير للجاذبية المحلية من عدمه .

الضلع	الانحراف الأمامي	الانحراف الخلفي	الفرق	نقطة الجاذبية
أ ب	° ١٠٦ ٠٠	° ٢٨٥ ٣٠	٦٧٩ ٣٠	٣٠ -
ب ج	١٩٨ ٣٠	١٨ ٠٠	١٨٠ ٣٠	٣٠ +
ج د	٢٩٦ ٣٠	١١٦ ٣٠	١٨٠ ٠٠	٠٠
د أ	٣٥ ٣٠	٢١٦ ٣٠	١٨١ ٠٠	١ +

- من الواضح وجود تأثير للجاذبية المحلية في أرصاد المضلع .
- يلاحظ أن الضلع ج د لم تتأثر أرصاده بالجاذبية المحلية فالفرق بين انحرافيه = ١٨٠ درجة ومن ثم فإن جميع الانحرافات المرصودة من نقطة ج صحيحة وأيضاً المرصودة من نقطة د .
- يتم تصحيح بقية الانحرافات من النقطة ج أو من النقطة د في إتجاه حركة عقارب الساعة .
- باتخاذ النقطة د بدلية لمصلحة التصحيح فإن جميع الأرصاد من هذه النقطة صحيحة .
- الانحراف الأمامي للضلع د أ مرصود من النقطة د على ذلك فهو انحراف صحيح غير متأثر بالجاذبية المحلية ومقداره ٣٠ ٣٥ :
- من الانحراف الأمامي للضلع د أ يتم حساب الانحراف الخلفي للضلع :
الانحراف الخلفي للضلع = ٣٠ ٣٥ + ٠٠ ١٨٠ = ٣٠ ٢١٥
- الفرق بين الانحراف الصحيح المحسوب وبين الانحراف المرصود :
= ٣٠ ٢١٦ - ٣٠ ٢١٥ = + درجة واحدة .

يعنى ذلك أن هناك قوة جاذبية محلية عند النقطة أ مقدارها درجة واحدة موجبة أى أن جميع الأرصاد من نقطة أ تزيد عن الأرصاد

الصحيحة بمقدار درجة واحدة ومنها الانحراف الأمامي للصلع أ ب وعلى ذلك يتم تصحيحه بطرح هذه الدرجة .

$$\text{الانحراف الأمامي للصلع أ ب مصححاً} = ١٠٠' - ١٠٦' = ١٠٥'$$

$$\text{وبالتالي يكون الانحراف الخلفي المصحح} = ١٨٠' + ١٠٥' = ٢٨٥'$$

— الفرق بين الانحراف الصحيح المحسوب وبين الانحراف المرصود = ٣٠' .
يعني ذلك أن هناك قوة جاذبية محلية عند النقطة ب مقدارها ٣٠' موجبة .

أى أن جميع الانحرافات المقاسة من ب تزيد عن الأرصاد الصحيحة بمقدار ٣٠' ومنها الانحراف الأمامي للصلع ب ج ويتم تصحيحه بطرح ٣٠' .

$$\text{الانحراف الأمامي المصحح للصلع ب ج} = ١٩٨' - ٣٠' = ١٦٨'$$

— وبحساب الانحراف الخلفي للصلع ب ج = ١٩٨' - ١٨٠' = ١٨' وهو نفسه الانحراف الخلفي المقاس من نقطة ج التى تخلو من تأثير الجاذبية المحلية .

— وتكون أرصاد مضلع البوصلة المنشورية المصححة بطريقة الجاذبية :

الفرق	الانحراف الخلفي	الانحراف الأمامي	المضلع
١٨٠	٢٨٥ ٠٠	١٠٥ ٠٠	أ ب
١٨٠	١٨ ٠٠	١٩٨ ٠٠	ب ج
١٨٠	١١٦ ٣٠	٢٩٦ ٣٠	ج د
١٨٠	٢١٥ ٣٠	٣٥ ٣٠	د أ

الإنحرافات ربع الدائرية والإنحرافات المختصرة

تتم المعالجة الكمية للإنحرافات المغناطيسية المقاسة للخطوط بإستخدام بعض النسب المثلثية كالجيوب وجيوب التمام ، ومن ثم يكون التعامل الزاوى مع الإنحرافات فى مدى زاوية بين صفر ، ٩٠ درجة . ومن الممكن تحويل الإنحرافات الدائرية المقاسة بالبوصله إلى إنحرافات ربع دائرية أو مختصرة لتيسير المعالجة الكمية وتقادياً للأخطاء .

— الإنحرافات ربع الدائرية :

لتحويل الإنحرافات الدائرية إلى إنحرافات ربع دائرية تقسم دائرة القياس الزاوى إلى أربعة أقسام تتفق والإتجاهات الأصلية ، يمثل قطرها الرأسى خط الإتجاه شمال جنوب وقطرها الأفقى خط الإتجاه شرق غرب .

يتم القياس دائماً من خط الشمال فى إتجاه الشرق وفى إتجاه الغرب ومن خط الجنوب فى إتجاه الشرق وفى إتجاه الغرب أيضاً فى مدى زاوى يعادل ربع دائرة أى من صفر إلى ٩٠ درجة

وللتحويل من القياس الزاوى بدائرى إلى القياس ربع الدائرى يوقع الإنحراف الدائرى بزوايته المقاسة فيتحدد موقع إتجاه الإنحراف داخل ربع من أقسام الدائرة الأربعة فيميز بإتجاهات الربع الذى يقع فيه . (شكل رقم ١١٦) .

١ — بالنسبة للربع الأول :

وتقع فيه جميع الإنحرافات الدائرية بين صفر ، ٩٠° بدءاً من إتجاه الشمال وفى إتجاه حركة عقارب الساعة .

وعلى ذلك فإن الإنحرافات الدائرية التى لا تتجاوز ٩٠° هى نفسها الإنحرافات ربع الدائرية وتميز بالرمزين ش ق .

٢ - بالنسبة للربع الثاني :

وتقع فيه جميع الانحرافات بين 90° ، 180° ولتحويلها إلى الانحرافات ربع دائرية يتم حساب مكملات الزوايا حيث أن القياس في هذا الربع يبدأ من إتجاه الجنوب وفي إتجاه ضد حركة عقارب الساعة .

وبذلك يكون الانحراف ربع الدائرى مساوياً للفرق بين 180° وبين الانحراف الدائرى ويميز بالرمزين جـ ق .

٣ - بالنسبة للربع الثالث :

وتقع فيه جميع الانحرافات الدائرية بين 180° ، 270° ولتحويلها إلى انحرافات ربع دائرية يتم حساب مقدار زيادة هذه الانحرافات الدائرية عن 180° حيث أن القياس في هذا الربع يبدأ من إتجاه الجنوب في إتجاه حركة عقارب الساعة فيكون الانحراف ربع الدائرى مساوياً الانحراف الدائرى مطروحاً منه 180° ويميز جـ غـ .

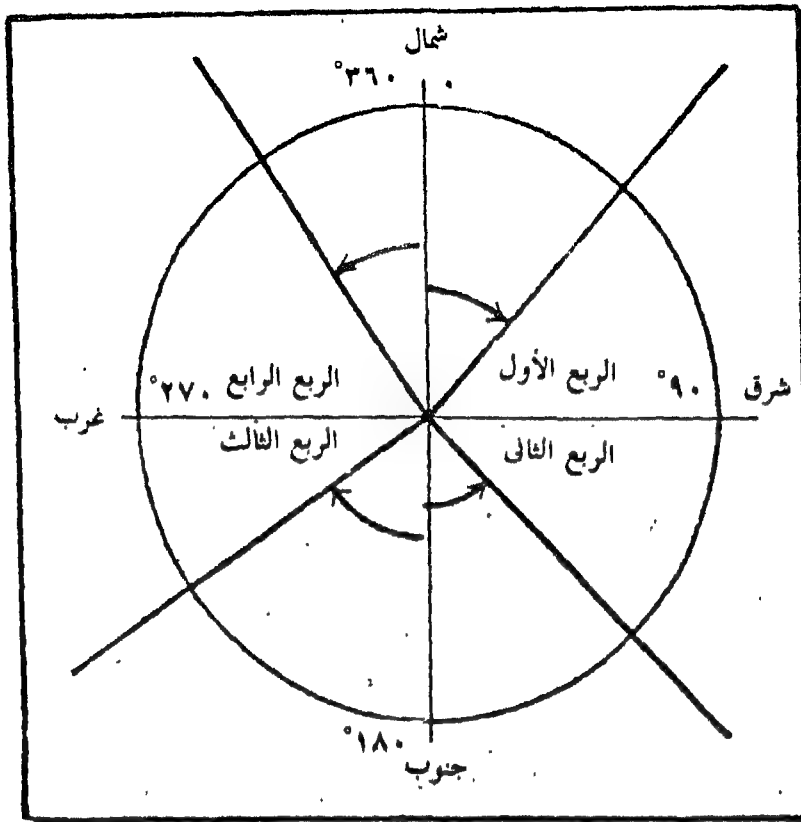
٤ - بالنسبة للربع الرابع :

وتقع فيه جميع الانحرافات الدائرية بين 270° ، 360° ولتحويلها إلى انحرافات ربع دائرية يتم حساب مقدار الفرق بين الانحراف الدائرى وبين 360° حيث أن القياس في هذا الربع يبدأ من إتجاه الشمال في إتجاه ضد حركة عقارب الساعة فيكون الانحراف ربع الدائرى مساوياً 360° مطروحاً منها الانحراف الدائرى ويميز شـ غـ .

- الانحرافات المختصرة :

وتحتسب الانحرافات المختصرة بنفس أسلوب حساب الانحرافات ربع الدائرية مع تحويل رموز تمييز كل ربع إلى إشارات :

+	+	-	الربع الأول
+	-	-	الربع الثاني
-	-	-	الربع الثالث
-	+	-	الربع الرابع



(شكل رقم ١١٦)

مثال :

أوجد الانحرافات ربع الدائرية للانحرافات الدائرية :

$$- ٢٧٥ - ٢٦٨ - ١٨١ - ١٧٧ - ١٥٥ - ٨٣ - ٤٦ - ٣٥٥ - ٣٢٠$$

١ - الانحراف ربع الدائري للانحراف الدائري ٤٦°

- يقع الاتجاه في الربع الأول

- الانحراف ربع الدائري = ش ٤٦° ق

- الانحراف المختصر = + ٤٦ + =

- ٢ - الانحراف ربع الدائري للانحراف الدائري ١٥٥° :
- يقع الاتجاه في الربع الثاني
- الانحراف ربع الدائري $= ١٨٠ - ١٥٥ = ج ٢٥ ق$
- الانحراف المختصر $= - ٢٥ +$
- ٣ - الانحراف ربع الدائري للانحراف الدائري ١٨١° :
- يقع الاتجاه في الربع الثالث
- الانحراف ربع الدائري $= ١٨٠ - ١٨١ = ج ١ غ$
- الانحراف المختصر $= - ١ -$
- ٤ - الانحراف ربع الدائري للانحراف الدائري ٢٧٥° :
- يقع الاتجاه في الربع الرابع
- الانحراف ربع الدائري $= ٣٦٠ - ٢٧٥ = ش ٨٥ غ$
- الانحراف المختصر $= ٨٥ + -$

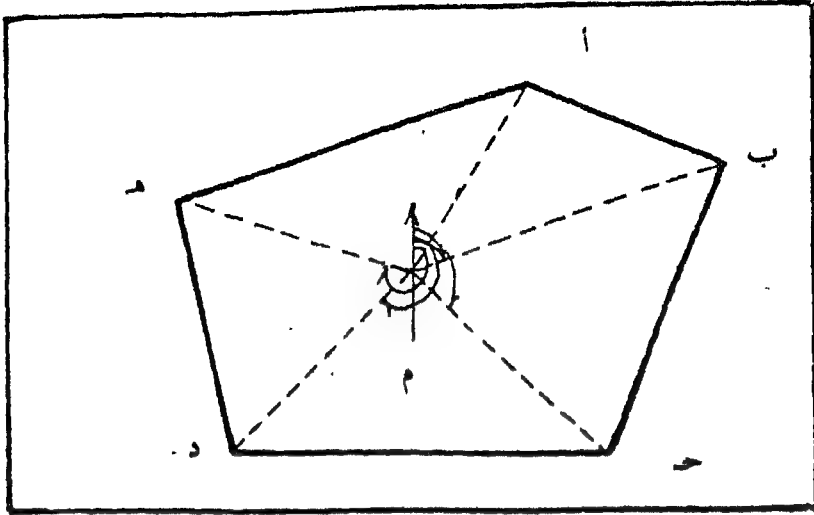
طرق الرفع المساحي بالبوصله

تبعاً لطبيعة المنطقة المطلوب رفعها بإستخدام البوصله المنشورية تتنوع طرق الرفع بين :

- ١ — طريقة المحركز .
- ٢ — طريقة المضلع .
- ٣ — طريقة التقاطع .

أولاً : طريقة المحركز :

بعد إجراء عملية الإستكشاف وإختيار رءوس المضلع وكذلك رسم الكروكي في دفتر الحقل ، يتم التأكد من إمكانية رصد كل رءوس المضلع من نقطة مركزية داخل المضلع ، كذلك إمكانية قياس الأطوال . بين هذه النقطة المركزية وبين كل نقطة من نقط رءوس المضلع (شكل رقم ١٧)



(شكل رقم ١٢٧)
الرفع بالبوصله المنشورية بطريقة التمرکز

خطوات الرفع بطريقة التمرکز :

- أ — تتم عملية الرفع بالتمرکز بالبوصله المنشورية في نقطة مركزية داخل المضلع ولتكن النقطة م ، وتثبت البوصله فوق حاملها الثلاثي بحيث تسامت البوصله النقطة م بواسطة خيط الثقل أو خيط الشاغول مع جعل البوصله أفقية تماماً .
- ب — من فتحة المنشور الرأسية يوجه خط النظر إلى الشعرة التي تتوسط الدليل وتحرك البوصله حركة أفقية في إتجاه حركة عقارب الساعة حتى يعم رصد أول نقطة من نقط المضلع أ .
- ج — بعد أن تثبت حركة الإبرة المغناطيسية ومن خلال الفتحة المستديرة للمنشور تقرأ درجة إنحراف الضلع م أ (الإنحراف الأمامي) .
- د — يعم التوجيه إلى بقية نقط رءوس المضلع على الترتيب ب ، ج ، د ، هـ ، ترصد درجات الإنحراف عن الشمال المغناطيسي تمثل الإنحرافات الأمامية للخطوط م ب ، م ج ، م د ، م هـ .

هـ — باستخدام الشريط تقاس أطوال الاتجاهات م أ ، م ب ، م ح ، م د ، م هـ من النقطة المركزية إلى نقط رعوس المضلع .

توقيع المضلع المقفل أ ب ج د هـ :

و — على لوحة الرسم توقع نقطة تقابل النقطة المركزية م في الطبيعة على خط إتجاه يمثل إتجاه الشمال المغناطيسى .

ر — باستخدام المنقلة الدائرية ومن النقطة المركزية م ترسم زوايا تساوى درجات إنحراف الخطوط م أ ، م ب ، م ح ، م د ، م هـ وترسم اشعة من نقطة م لتعين هذه الإتجاهات .

ح — بمقياس الرسم المختار يحدد طول كل شعاع تبعاً للقياس الطولى من الطبيعة للمسافات بين نقطة م وبين رعوس المضلع .

ط — بعد تحديد مواقع النقط أ ، ب ، ح ، د ، هـ على الاشعة المرسومة من نقطة م يتم توصيل خطوط المضلع أ ب ، ب ح ، ح د ، د هـ ، هـ أ بذلك يكون قد تم رفع وتوقيع المضلع بمقياس الرسم المطلوب .

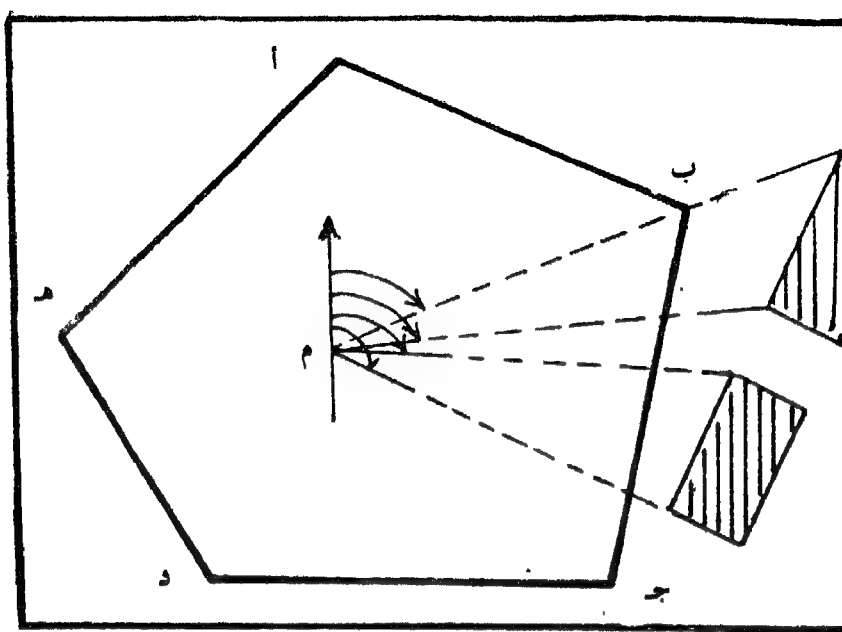
رفع التفاصيل :

يتم رفع التفاصيل بنفس طريقة رفع المضلع وذلك برصد إنحرافات وقياس أطوال الإتجاهات إلى نقط الظواهر المطلوب رفعها من موضع تمرکز الوصلة المنشورية ، توقع التفاصيل بنفس أسلوب توقيع نقط رعوس المضلع .
(شكل رقم ١١٨) .

ثانياً : طريقة المضلع :

يتم رفع المضلع برصد الإنحرافات الأمامية والإنحرافات الخلفية لكل خط من خطوط المضلع وذلك بالتمرکز بالبوصله المنشورية عند كل نقطة من نقط رعوس المضلع المطلوب رفعه . وتتلخص خطوات الرفع فى الآتى :

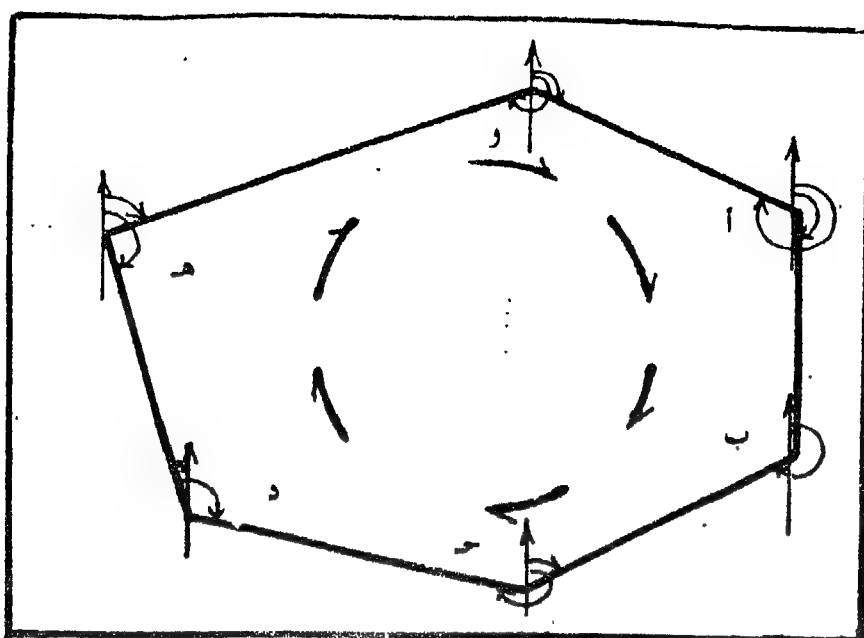
أ — تتم عملية الرفع بإختيار إحدى نقط رعوس المضلع وتكن النقطة أ ، يتم التمرکز بالبوصله المنشورية مسامتة لنقطة أ مع الحفاظ على أغنية البوصله يتم التوجيه إلى نقط ب ورصد الإنحراف الأمامى للمضلع ب



(شكل رقم ١١٨)

رفع التفاصيل بطريقة المركز

- وتسجيله في الخانة المخصصة للانحرافات الأمامية أمام المضلع أ ب . ثم يتم التوجيه إلى النقطة و ورصد الانحراف الخلفي للمضلع و أ وتسجيله في خانة الانحرافات الخلفية. أمام المضلع و أ .
- ب — يتم الانتقال بالبوصلة في إتجاه حركة عقارب الساعة إلى النقطة التالية لنقطة أ من نقط المضلع وهي النقطة ب .
- ج — يتم المركز بالبوصلة مسامتة لنقطة ب مع الحفاظ على أفقية البوصلة والتوجيه إلى نقطة ح ورصد الانحراف الأمامي للمضلع ب ح وتسجيله في دفتر الحقل في جدول الرصد وأيضاً التوجيه إلى النقطة أ ورصد الانحراف الخلفي للمضلع أ ب وتسجيله في خانة الانحرافات الخلفية أمام المضلع أ ب .
- د — بتكرار نفس الخطوات بالنسبة لكل نقطة من نقط زعوس المضلع حتى يتم رصد الانحرافات الأمامية والانحرافات الخلفية لكل خطوط المضلع مدونة داخل جدول أرصاد البوصلة المنشورة في دفتر الحقل ..



(ش. ب. رسم ١١٩)
الرفع بالبوصله المشورية بطريقة المضلع

هـ — باستخدام الشريط تقاس أطوال الخطوط أ ب ، ب ح ، ح د ، د هـ ، هـ و ، و أ بذلك يكون قد تم رفع المضلع . (شكل رقم ١١٩) .

توقيع المضلع المقفل أ ب ج د هـ و .

بعد عملية رصد الانحرافات والأطوال يتم توقيع المضلع بالخطوات الآتية :
أ — يسبق عملية التوقيع لإجراء التصحيح اللازم للانحرافات إذا لزم في حالة وجود تأثير للجاذبية المحلية بحيث يكون الفرق بين الانحراف الأمامي والانحراف الخلفي لكل خط من خطوط المضلع ١٨٠ درجة .
ب — على لوحة الرسم يتم توقيع أول نقطة من نقط رفع المضلع ولكن النقطة أ ويرسم عندها خط ليدل على إتجاه الشمال المغناطيسى

وباستخدام المنقلة يتم توقيع زاوية الانحراف الأمامي للضلع أ ب ويرسم الاتجاه أ ب

ج — نبعاً لمقياس الرسم المختار يتم تحويل طول الخط أ ب لمقاس من على الطبيعة إلى مقابله على الرسم وتحديد موقع النقطة ب على الاتجاه السابق رسمه من نقطة أ وبذلك يكون قد تم توقيع الضلع أ ب .

د — عند النقطة ب يرسم خط يمثل اتجاه الشمال يوازي الاتجاه السابق رسمه عند النقطة أ .

هـ — باستخدام المنقلة يتم توقيع زاوية الانحراف الأمامي للضلع ب ج ويرسم الاتجاه من ب إلى ج .

و — يحدد موقع النقطة ج تبعاً للطول المقاس للخط ب ج على الطبيعة ووفقاً لمقياس الرسم المختار وبذلك يكون قد تم توقيع الضلع ب ج .

ز — يتم تكرار خطوات التوقيع بالنسبة لكل نقطة من نقاط رؤوس المضلع حتى يتم توقيع بقية خطوط المضلع .

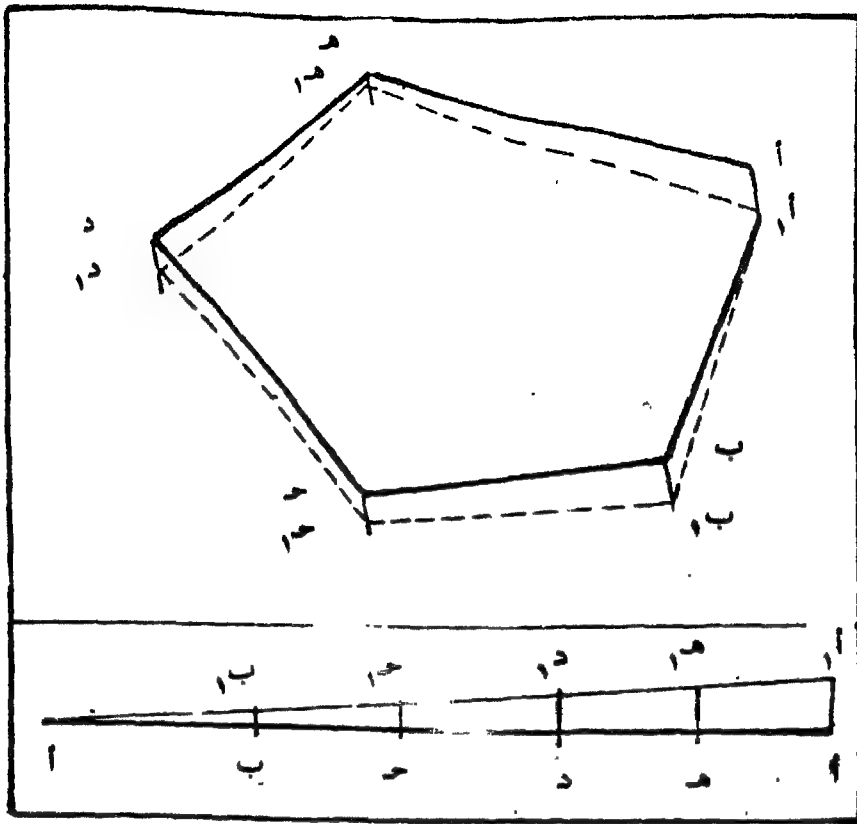
خطا القفل :

بعد توقيع كل أضلاع المضلع قد يحدث ما يعرف بخطا القفل نتيجة لبعض أخطاء الرصد أو التوقيع ، ويظهر هذا الخطأ عندما لا تنطبق نقطة بداية توقيع المضلع على نقطة نهايته . فإذا كان الخطأ في حدود المسموح به يتم تصحيح هذا الخطأ بتوريعة على أطوال المضلع كل ضلع تبعاً لطوله ويتم تصحيح الخطأ بالطريقة الآتية .

أ — يرسم خط مستقيم بطول يساوى مجموع أطوال خطوط المضلع ويقام على أحد طرفيه بعد عمودى يساوى طول خطا القفل أ أ

ب — من نقطة أ يوصل وتر المثلث أ ب أ ويقسم الخط أ ب إلى أقسام عند ب ، ج ، د ، هـ بحيث يساوى كل قسم طول الضلع المناظر له من خطوط المضلع

ج — من القط ب ، ج ، د ، هـ تقام أعمدة ثلاث وتر المثلث في النقط ب ، ج ، د ، هـ . بذلك يكون طول كل عمود منها مساوياً نصيب كل خط من خطوط المضلع من التصحيح تبعاً لطوله



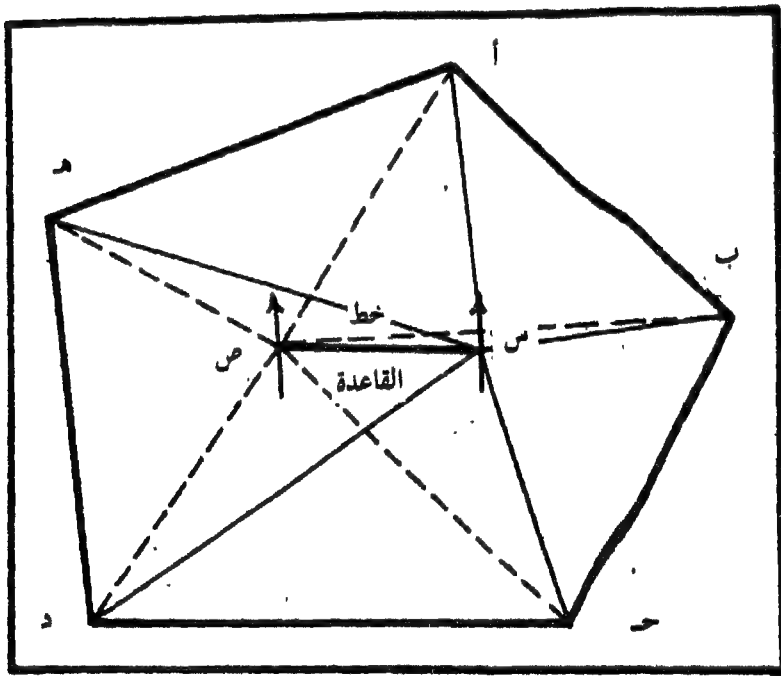
(شكل رقم ١٢٠)

تصحيح خطأ القفل

د — على اللوحة ترسم خطوط موازية للخط أ، الذى هو خطأ القفل عند كل نقطة من رؤوس المضلع ويحدد على كل خط منها طول يساوى طول العمود الخاص بتصحيح خطأ القفل فتحدد نقط جديدة هي ب، ج، د، هـ، تمثل رؤوس المضلع المصحح المقفل . (شكل رقم ١٢٠) .

ثالثاً : طريقة التقاطع :

تستخدم طريقة التقاطع عند الرفع بالبوصلة المنشورية عندما يتعذر قياس أطوال المضلع قياساً مباشراً حيث تعتمد هذه الطريقة على قياس خط واحد يعرف بخط القاعدة ، منه يتم رصد الانحرافات الأمامية للإتجاهات بين طرفي خط القاعدة وبين كل نقطة من نقط رءوس المضلع



(شكل رقم ١٤١)
الرفع بالبوصلة المنشورية بطريقة التقاطع

وتتلخص خطوات الرفع بطريقة التقاطع في الخطوات الآتية :

- أ - لرفع المضلع أ ب ج د هـ المقفل بالبوصلة المنشورية بطريقة التقاطع يتم إختيار خط بطول مناسب داخل حدود المضلع بحيث يمكن التوجيه والرصد من طرفه س ، ص على كل نقطة من نقط رءوس المضلع ويتم قياس طول هذا الخط قياساً دقيقاً بأدوات قياس الأطوال .

ب — من نقطة س يتم التوجيه بالبوصلية المنشورية مسامته لنقطة س وأفقية .
يتم التوجيه إلى النقطة ص ورصد الانحراف الأمامي لخط القاعدة
س ص .

ج — من النقطة س يتم التوجيه إلى النقط أ ، ب ، ج ، د ، هـ وقياس
الانحرافات الأمامية للإتجاهات س أ ، س ب ، س ج ، س د ،
س هـ وتسجيلها في جدول الأرصاد في دفتر الحقل .

د — يتم الانتقال بالبوصلية المنشورية إلى النقطة ص عند الطرف الثاني لخط
القاعدة س ص ويتم التمرکز بالبوصلية مسامته لنقطة ص وأفقية والتوجيه
على نقطة س وقياس الانحراف الخلفي لخط القاعدة س ص .

هـ — من النقطة ص يتم التوجيه إلى نقط زعوس المضلع أ ، ب ، ج ، د ،
هـ وقياس الانحرافات الأمامية للإتجاهات ص أ ، ص ب ، ص ج ،
ص د ، ص هـ وتسجيلها في جدول أرصاد الدائرة في دفتر الحقل ..

وبإنتهاء هذه الخطوة يكون قد تم رفع المضلع بطريقة التقاطع (شكل رقم ١٢١)

توقيع المضلع المقلد أ ب ج د هـ

لتوقيع المضلع المقلد أ ب ج د هـ تتبع الخطوات الآتية :

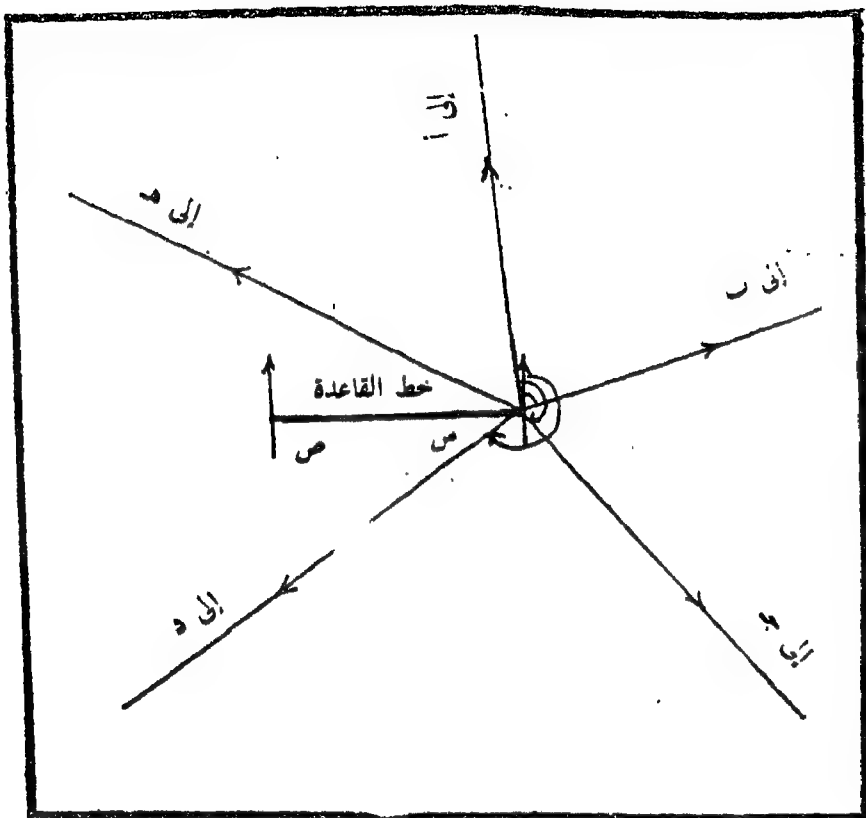
١ — من واقع الأرصاد المدونة في صفحة دفتر الحقل الخاصة بأرصاد
البوصلية المنشورية وبمقياس رسم ١ : ١٠٠٠ يتم توقيع المضلع .

من	س	ص	أ	ب	ج	د	هـ	لأرصاد التفاصيل
س	٠٠	٢٧٠	٣٥٩	٧٠	١٤٥	٢٥٨	٣٠٠	
ص	٩٠	٠٠	٣٧	٨٦	١١٥	٢٢٢	٢٢٢	

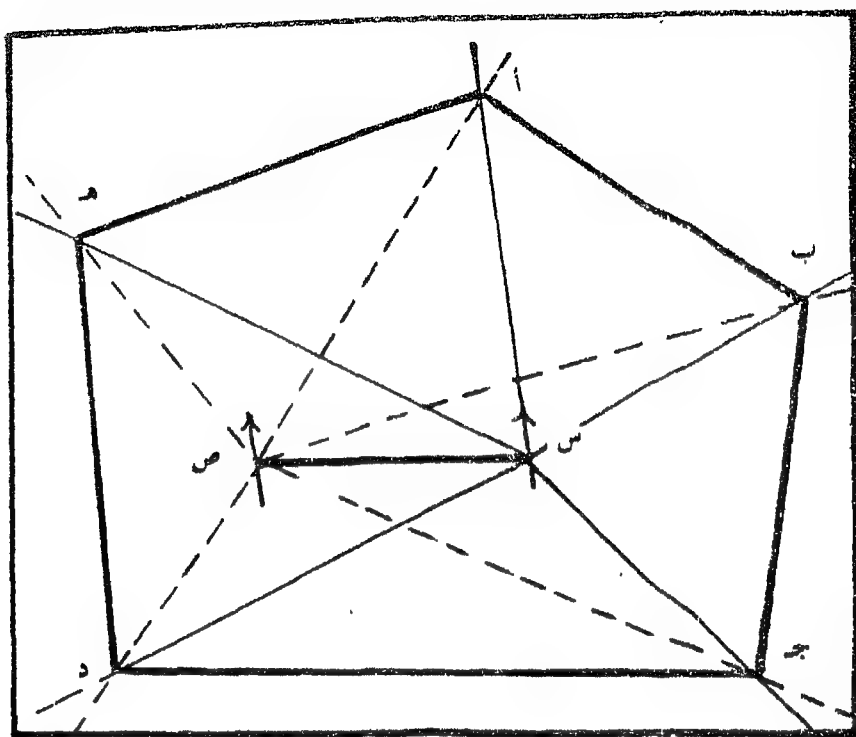
طول خط القاعدة ٤٠ متراً

٢ — على لوحة الرسم وفي موقع متوسط يتم توقيع نقطة س وعليها يرسم
خط يمثل إتجاه خط الشمال .

- ٣ — من نقطة س وباستخدام المنقلة ترسم رأوية الانحراف الأمامي لحظ القاعدة س ص ويرسم الاتجاه من س في اتجاه ص .
- ٤ — تعال لمقياس الرسم ولطول خط القاعدة المقاس يحدد موقع نقطة ص على بعد ٤ سم من نقطة س على الاتجاه السابق رسمه . ثم يرسم لها اتجاه الشمال ويقاس الانحراف الخلفي للحظ س ص للتأكد من دقة التوقيع والرسم .
- ٥ — من نقطة س وبداية من اتجاه الشمال المغناطيسي المرسوم عند نقطة س باستخدام منقلة دائرية توقع زوايا الانحرافات المقاسة من س إلى نقط رعوس المضلع ٧٠° إلى ب ، ١٤٥° إلى جـ ، ٢٥٨° إلى د ، ٣٠٠° إلى هـ ، ٣٥٩° إلى أ . ثم ترسم الاتجاهات من نقطة س وهي س أ ، س ب ، س جـ ، س د ، س هـ . (شكل رقم ١٢٢) .
- ٦ — من نقطة ص وبداية من خط اتجاه الشمال المغناطيسي باستخدام المنقلة الدائرية يتم توقيع زوايا الانحرافات المقاسة من ص إلى نقط رعوس المضلع ٣٧° إلى أ ، ٨٢° إلى ب ، ١١٥° إلى جـ ، ٢٢٢° إلى د ، ٣٢٢° إلى هـ ترسم الاتجاهات ص أ ، ص ب ، ص جـ ، ص د ، ص هـ .
- ٧ — تتقاطع الاتجاهات المرسومة من س مع الاتجاهات المناظرة المرسومة من ص عند نقط هي نقط رعوس المضلع أ ، ب ، جـ ، د ، هـ يتم توصيل أضلاع المضلع أ ب ، ب جـ ، جـ د ، د هـ ، هـ أ وبذلك يتم توقيع المضلع - بالبوصلة المنشورية بطريقة التقاطع . (شكل رقم ١٢٣) .



(شكل رقم ١٢٢)
توقيع الأرصاد من نقطة س إلى نقط رؤوس المثلث



(شكل رقم ١٢٣)
توقيع الأرصاد من نقطة ص وتقاطع الاتجاهات

الفصل الثالث

الرفع باللوحه المستوية

ثالثاً : الرفع باللوحه المستوية (الرفع بالبلانشيطة)

يمتاز أسلوب الرفع المساحى بإستخدام اللوحه المستوية عن طرق الرفع المساحى الأخرى بأن عملية الرفع وعملية التوقيع تمام في وقت واحد ، دون الحاجة إلى العمل المكتبى المكمل للعمل الحقلى فى عمليات الرفع المساحى الأخرى ، مما يمكن الجغرافى من ملاحظة مدى الدقة فى العمل وهو مارال فى موقع الرفع فى الطبيعة .

كما يعتبر هذا الأسلوب من أيسر وأسرع طرق الرفع المستخدمة لرفع التفاصيل ، مما يوفر الوقت والجهد . كما تستخدم اللوحه المستوية مع طرق الرفع الأخرى كالمساحة بالتىودوليت ، وكذلك فى إنشاء الخرائط الكنتورية للأراضى المضرسه التى لا تناسب إستخدام طرق إيجاد المناسيب عن طريق إحراء الميزانيات .

أدوات الرفع : (شكل رقم ١٢٤ ، شكل رقم ١٢٥) :

١ - اللوحه (البلانشيطة) :

تستخدم فى عملية الرفع لوحه من الخشب المصنع بطريقة تقلل من تأثيره بالعوامل الجوية والتمدد والإنكماش قدر الإمكان ، وتتميز بإستواء سطحها ، وأبعادها ٦٠ ، ٨٠ سم تقريباً وقاعدتها مزودة بقاعدة ترتبط بحامل اللوحه ثلاثه الأرجل بواسطة قاعدة إتصال تعرف بالركبة .

٢ - الركبة :

الركبة هى حلقة الوصل بين اللوحه المستوية من الخشب وبين حاملها الثلاثى وهى مثلثة الشكل بإرتفاع نحو ١٥ سم وسطحها مرود ثلاثه مسامير محويه لتثبيت اللوحه الخشب وقاعدتها مزودة بفتحة بقطر $\frac{1}{4}$ سم لتثبيت الركبة على حامل الجهاز بواسطة مسمار الحامل الثلاثى .

والركبة مزودة بثلاثة مسامير في وضع مثلث تستخدم في ضبط نسوية اللوحة وجعلها أفقية تماماً قبل عملية الرصد .

بالإضافة إلى ذلك فإن الركبة مزودة بمسامير من مسامير الحركة الأفقية الدائرية تسمح بحركة اللوحة حركة أفقية وهي مثبتة فوق حاملها . أحدهما يسمح بحركة اللوحة حركة حرة وبضبطه يمكن تحريك اللوحة حركة بطيئة بواسطة المسامير الثاني حتى يتم ضبط إتجاه اللوحة ضبطاً كاملاً . وتستخدم هذه الحركة الأفقية عند إجراء ما يعرف بعملية التوجيه الأساسي بصفة خاصة .

٣ — موازين التسوية :

يستعان في ضبط أفقية اللوحة بواسطة مسامير التسوية التي بالركبة بنوعين من موازين التسوية ، لضمان أفقية اللوحة حتى يتحقق الغرض من عملية المساحة التي يتم الرصد فيها على المستوى الأفقى . أحد هذه الموازين دائرى والثاني طولى .

أما عن ميزان التسوية الدائرى فيتكون من علة دائرية ذات غطاء زجاجى بها سائل البنتين وبداخله فقاعة يشغلها بخار السائل ، وعلى الغطاء الزجاجى دائرة في مركز الميزان . ويكون الجهاز أفقياً عندما تكون الفقاعة داخل حدود الدائرة .

أما عن ميزان التسوية الطولى فيتكون من أنبوب زجاجى مثبت على قاعدة معدنية بداخله سائل البنتين وفقاعة بخار السائل ، وسطح الأنبوب الخارجى الظاهر مقسم بعلامات . ويكون الجهاز أفقياً عندما تكون الفقاعة في موضع يتوسط هذه العلامات .

٤ — البوصلة الصندوقية :

من ضروريات الرفع باستخدام اللوحة المستوية تحديد إتجاه الشمال المغناطيسى على لوحة الرسم ومن ثم يكون وجود البوصلة ضرورياً لإجراء العمل المساحى . والبوصلة الصندوقية تقوم بالغرض إذ أنها عبارة عن إبرة

مغناطيسية محدودة الحركة داخل صندوق على هيئة متوازي مستطيلات ،
توضع فوق اللوحة المستوية ويتم تحريكها حتى تصبح في وضع يشير إلى إتجاه
الشمال المغناطيسى ، فيوقع خط على جانب الصندوق يكون موازياً لإتجاه
الإبرة المغناطيسية ليحدد إتجاه الشمال المغناطيسى لموقع اللوحة المستوية .

٥ - شوكة الإسقاط :

وتستخدم في رفع النقط من على الطبيعة إلى اللوحة المستوية ، كذلك في
عملية إسقاط النقط من على اللوحة المستوية إلى الطبيعة . وتتكون من شريط
معدنى ملوى من جانب ومفتوح من الجانب الآخر بحيث يمكن أن توضع
وأحد الطرفين للجانب المفتوح فوق اللوحة والطرف الثانى تحت اللوحة
والطرفان متسامتان أحدهما فوق الآخر ويعين الطرف الأعلى موضع النقطة على
حين يعلق في الطرف الأسفل خيط ثقل يتجه إلى موضع النقطة المقابل في
الطبيعة .

٦ - جهاز التوجيه :

ويعرف بجهاز الأليداد ويعتبر الأداة الرئيسية التى تستخدم في التوجيه إلى
الظواهر والتفاصيل المطلوب رفعها وكذلك رسم الاشعة المتجهة من النقطة
موضع اللوحة إلى هذه الظواهر .

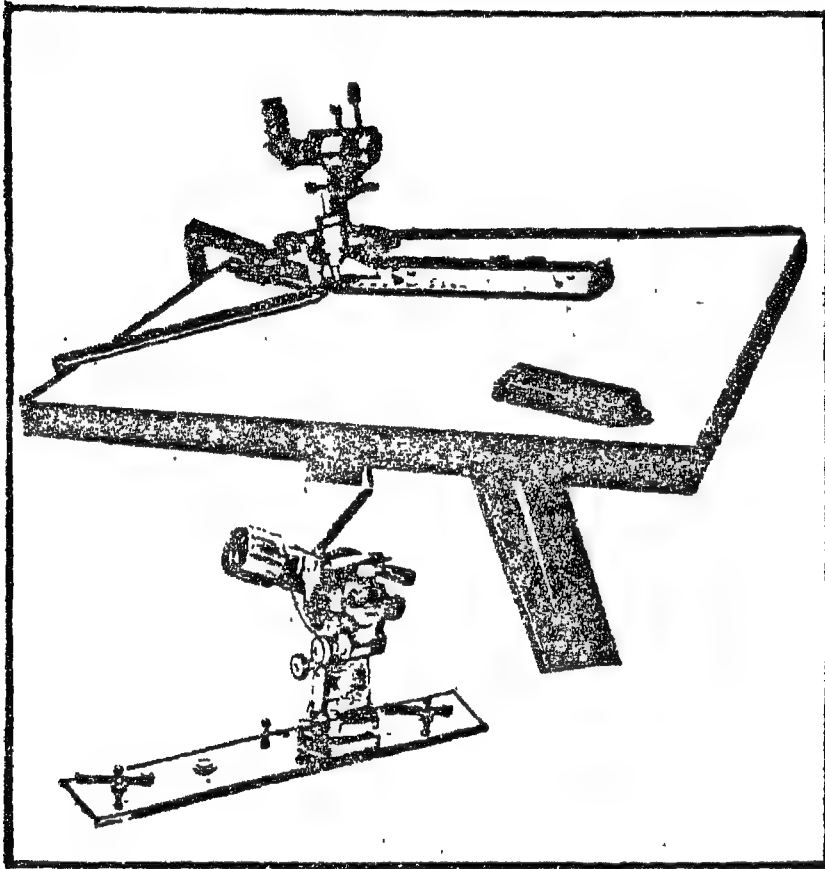
الأليداد عبارة عن حافة معدنية أفقية مستقيمة مثبت عليها مسطرة متوازيات
متحركة في مدى محدود ، يركب عليها حافات مدرجة يختلف تدرجها تبعاً
لقياس الرسم المستعمل .

والحافة مزودة بميزان تسوية دائرى وآخر طولى لضمان أفقيتها ، ومركب
فوقها منظار يمكن من الرصد على مسافات طويلة نسبياً بوضوح بحيث يكون
خيط النظر داخل المنظار موازياً للحافة المركب عليها .

يتحرك المنظار بحيث يمكن ضبط أفقيته بواسطة مسارين أحدهما للضبط
الأول ، والثانى للضبط الدقيق . والمنظار مزود بتدريج قياس للزوايا الرأسية
للرصد على المائل عند الضرورة وإجراء التعديل اللازم لتحويل القياسات إلى
قياسات أفقية .

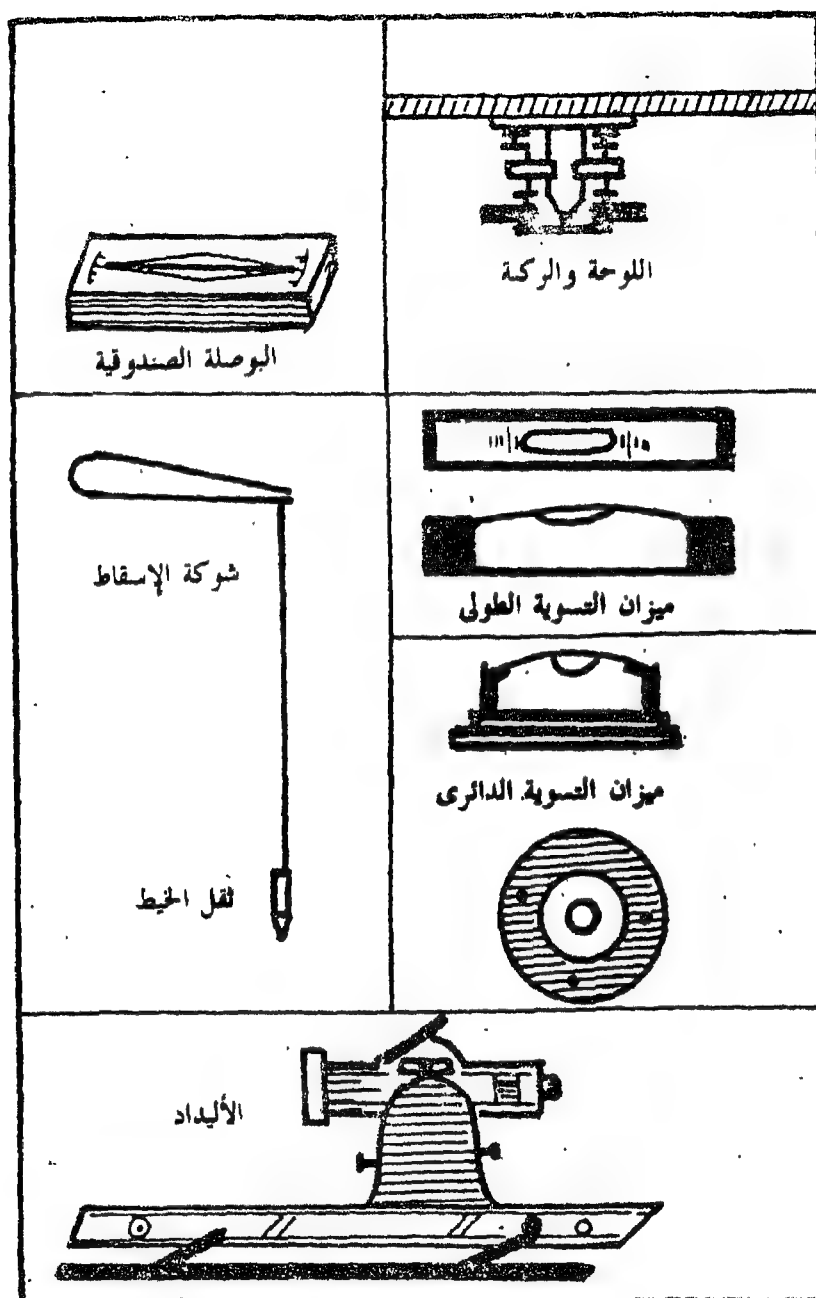
٧ - لوحة الرسم :

وهى عبارة عن لوحة من ورق الرسم الجيد التى يتحمل عمل الحقل ويسمح بإجراء التعديل والمسح والكشط وتوضع لوحة الرسم فوق اللوحة المستوية بحيث تنشئ أطرافها من حولها وتثبت بالشرائط اللاصقة .



(شكل رقم ١٢٤)

أدوات الرفع باللوحة المستوية



(شكل رقم ١٢٥)
أدوات الرفع باللوحة المستوية

طرق الرفع المساحى باللوحه المستوية

تبعاً لطبيعة المنطقة المطلوب إنشاء خريطة لها يتم العمل المساحى باستخدام اللوحه المستوية بإحدى طرق الرفع الآتية :

١ — طريقة التمرکز .

٢ — طريقة المضلع .

٣ — طريقة التقاطع .

أولاً : طريقة التمرکز :

تعتبر هذه الطريقة من أسرع وأيسر طرق الرفع باللوحه المستوية ، وتستخدم لرفع أى منطقة يمكن التمرکز بداخلها والتوجيه من موضع التمرکز إلى كل الظواهر والتفاصيل المطلوب رفعها دون وجود موانع تعوق التوجيه ، أو عوائق تعوق القياس الطولى المباشر بين نقطة تمرکز اللوحه المستوية وبين أى من هذه الظواهر والتفاصيل . وتتلخص طريقة الرفع فى الخطوات الآتية :

١ — بعد إجراء عملية الإستكشاف ورسم الكروكى التخطيطى للمنطقة

المراد رفعها واختيار مواضع رعوس المضلع وتحديد إمكانية استخدام اللوحه المستوية وطريقة التمرکز ، يتم اختيار نقطة فى موقع متوسط ثم يثبت الحامل الثلاثى فوقها تقريباً فى وضع قريب من الوضع الأفقى .

٢ — يتم تثبيت الركبة فى حامل الجهاز وتثبيت اللوحه الخشب ومن فوقها لوحه الرسم بواسطة مسامير التثبيت الخاصة بذلك .

٣ — يتم ضبط أفقية اللوحه بالإستعانة بمسامير التسوية الثلاثية وأيضاً موارين التسوية الدائرى والطولى على النحو التالى :

أ — يوضع ميزان التسوية الطولى فوق اللوحه موارياً لمسامير من

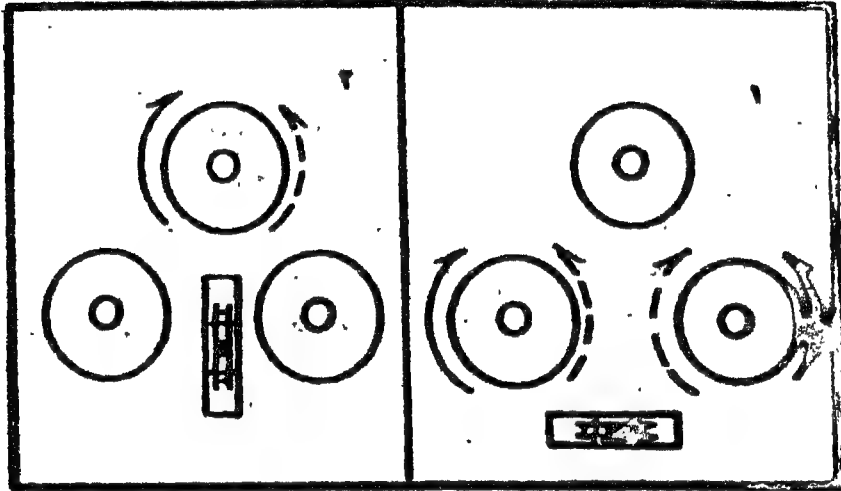
مسامير التسوية ويحرك المسارين فى وقت واحد للداخل معاً ،

أو للخارج معاً لتوزيع الفرق بين إرتفاع المسارين حتى

تتحرك الفقاعة التى بداخل ميزان التسوية إلى منتصف مجراها

المحدد بالعلامات على السطح الزجاجى .

ب - يعدل وضع الميزان التسوية الطولى إلى وضع متعامد على نوضع الأول ويحرك مسمار التسوية الثالث في الإتجاه الذى تتحارب معه الفقاعة لتحرك إلى منتصف مجراها . بذلك يتم ضبط أفقية اللوحة وتصبح معدة للعمل . (شكل رقم ١٢٦) .

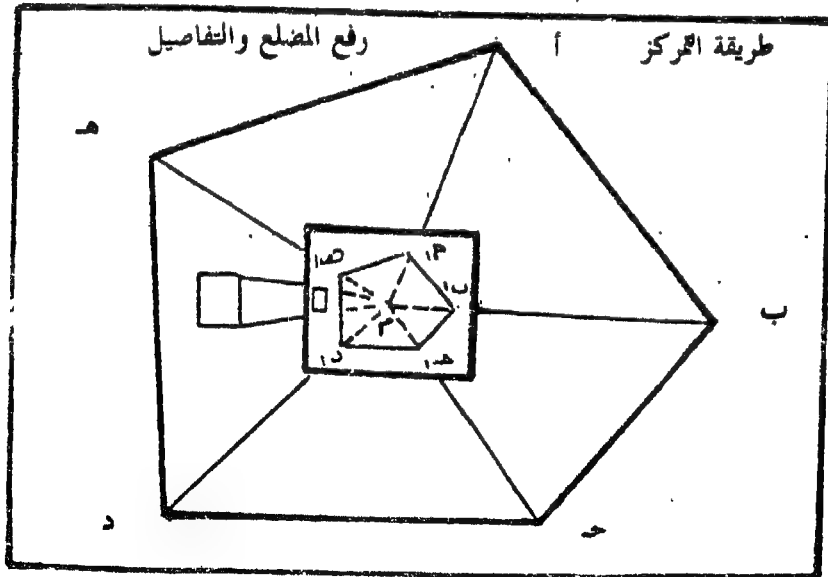


(شكل رقم ١٢٦)

طريقة ضبط أفقية اللوحة المستوية

- ١ - باستخدام مسامرى الحركة الأفقية الماترية للوحة المستوية يتم توجيه اللوحة بحيث تقع جميع الطواهر والتفاصيل داخل حدود لوحة الرسم .
- ٢ - يتم رفع النقطة التى تتمركز فوقها اللوحة إلى اللوحة المستوية بواسطة شوكة الإسقاط ، إذ توضع واللوحة الخشب بين طرفيها وتحرك حتى يصبح ثقل الشاغل فوقها تماماً ، وتوقع النقطة التى تشير إليها طرف شوكة الإسقاط فوق اللوحة وهذه النقطة تكون مسامتة تماماً للنقطة التى فى الطبيعة .
- ٣ - توضع البوصلة الصنلوقية فوق اللوحة وتحرك حتى تشير الإبرة المغناطيسية إلى إتجاه الشمال تماماً ويرسم خط موازى لصنلوق الإبرة ليبدل على إتجاه الشمال المغناطيسى .

- ٧ — يوضع جهاز التوجيه الأليداد فوق اللوحة وتضبط أفقية الحافة وأفقية منظار التوجيه بالإستعانة بالمسامير وموازين التسوية المعدة لذلك .
- ٨ — يتم رفع التفاصيل بتوجيه الأليداد إلى أول نقطة مطلوب رفعها حتى يتم رصدتها بحيث تكون حافة الجهاز ملائمة للنقطة المركزية التي سبق رفعها من الطبيعة وتوقعها أو قرية جداً منها ويرسم شعاع من النقطة إلى الهدف .
- ٩ — يتم قياس الخط من نقطة تمرركز اللوحة إلى نقطة الظاهرة التي تم التوجيه إليها قياساً مباشراً بأدوات قياس الأطوال مع تطبيق كل قواعد القياس للوصول إلى الطول الأفقي بينهما ، ثم يوقع هذا الطول على الشعاع فوق اللوحة المستوية . بذلك يكون قد تم رفع أول نقطة لأول ظاهرة وتوقعها مباشرة على اللوحة المستوية .
- ١٠ — تكرر خطوات الرفع لكل نقط رعوس المضلع ولكل الظواهر الجغرافية والتفاصيل المطلوب نقلها إلى الخريطة حتى يتم رفع المنطقة بالكامل (شكل رقم ١٢٧) .
- ١١ — تراجع الظواهر التي تم رسمها مع نظائرها على الطبيعة ويسجل على اللوحة مقياس الرسم . ثانياً والخطى وعنوانها ودليل الرموز المستخدمة .



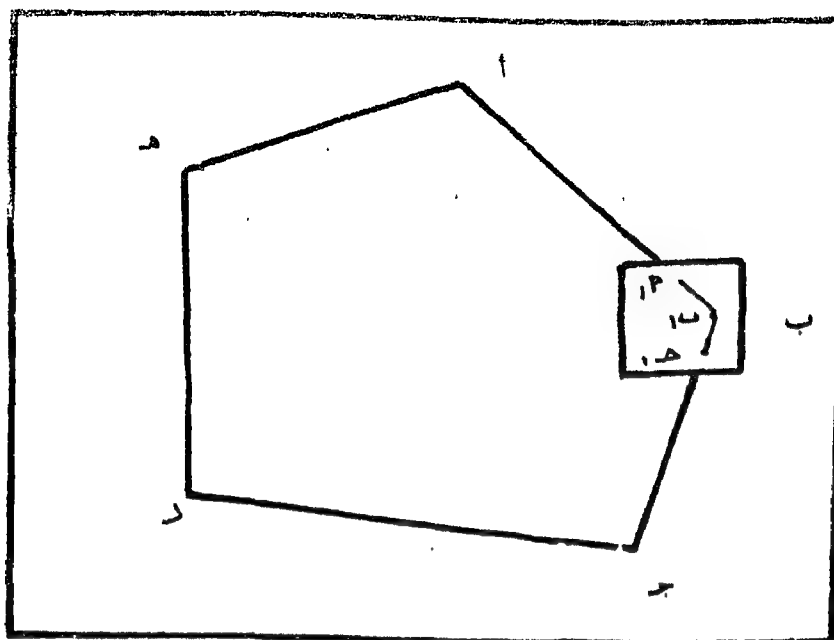
(شكل رقم ١٢٧)

الرفع باللوحة المستوية بطريقة التمرکز

ثانياً : طريقة المضلع :

نستخدم طريقة المضلع هذه في حالة تعدد استخدام طريقة التمرکز أو عندما تكون مساحة المنطقة وظواهرها لا تمكن من نقلها جميعاً من نقطة واحدة . ويشترط لاستخدام هذه الطريقة إمكانية التمرکز عند كل نقطة من نقاط المضلع . وقياس أطوال المضلع قياساً مباشراً ، كذلك إمكانية التوجيه من كل نقطة إلى النقطة السابقة لها وإلى النقطة التالية لها من نقط رعوس المضلع . وتتلخص طريقة الرفع والتوقيع في الخطوات الآتية

- ١ — بعد عملية الاستكشاف ورسم تخطيط تقريبي للمنطقة وتحديد نقط رعوس المضلع يتم قياس أطوال شعاعه قياساً دقيقاً بأدوات قياس الأطوال والحصول على الأطوال لأفقية .
- ٢ — يتم إختيار إحدى نقط رعوس المضلع وتكن ب والتمرکز فوقها باللوحة المستوية وإجراء عمليات ضبط الأفقية وتحديد إتجاه الشمال ورفع النقطة من الطبيعة إلى اللوحة عند ب .
- ٣ — يتم توجيه الأليداد إلى النقطة أ السابقة لنقطة التمرکز ورسم الشعاع المنجه إليها وتوقيع طول خط المضلع وفقاً لمقياس الرسم المختار فيم رفع المضلع أ ب .
- ٤ — يتم توجيه الأليداد إلى النقطة ج التالية ورسم الشعاع وتحديد طول ب ج تبعاً لمقياس الرسم وتوقيع النقطة ج وبذلك يتم رفع الخط ب ج .
- ٥ — يتم رفع أى تفاصيل أو ظواهر على جانبي الخط أ ب والخط ب ج عن طريق رسم أشعة لها وتحديد الأطوال وتوقيعها تبعاً لمقياس الرسم . (شكل رقم ١٢٨) .
- ٦ — تنقل اللوحة من الموضع ب إلى الموضع التالي عند ج أو عند أ ويتم التمرکز فوق النقطة الجديدة بحيث تكون النقطة الموقعة على اللوحة ولتكن ج مسامتة تماماً لنظيرتها ج في الطبيعة بإستخدام شوكة الإسقاط مع مراعاة كافة شروط الرفع باللوحة المستوية .



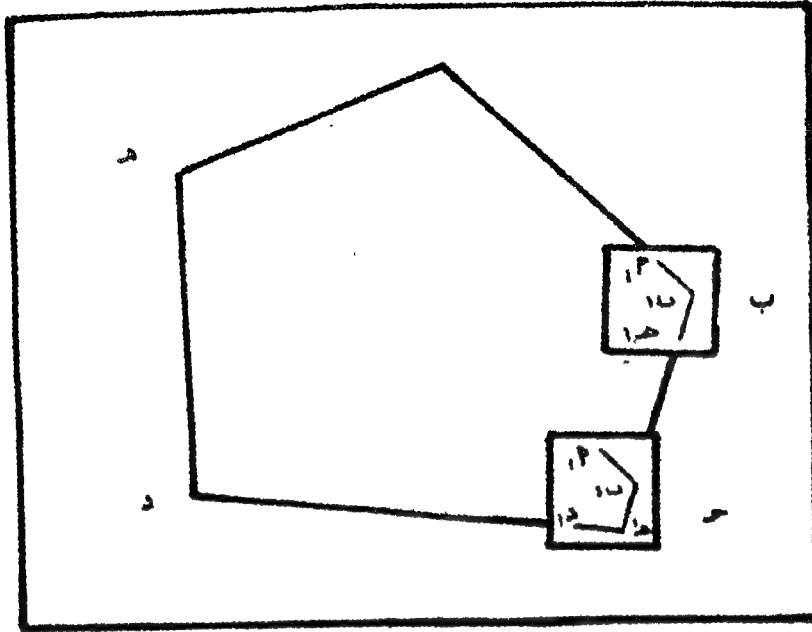
(شكل رقم ١٢٨)
رفع نقطة من نقط رؤوس المضلع

ثم تجرى عملية مطابقة لضلع المضلع المرسوم على اللوحة جـ بـ على نظيره في الطبيعة جـ بـ بحيث يكون على امتداده وموازيًا له وتعرف هذه الخطوة بالتوجيه الأساسي .

— التوجيه الأساسي :

يتم إجراء عملية التوجيه الأساسي بالإستعانة بإمكانيات اللوحة المستوية وذلك بعد وضع اللوحة فوق نقطة جـ بحيث تكون نقطة حـ مسامتة عما ثم يوضع جهاز الأليداد وحافته منطبقة على الضلع جـ بـ المرسوم على اللوحة . باستخدام مسمار الحركة الأفقية الدائرية يتم تحريك اللوحة وعليها الأليداد والتوجيه حتى يتم رصد الشاخص المثبت عند النقطة بـ وبذلك يكون الخط جـ بـ على اللوحة منطبقاً على جزء من الخط جـ بـ على صعيه

(شكل رقم ١٢٩)



(شكل رقم ١٢٩)

عملية التوجيه الأساسي

٧ — بعد إتمام عملية التوجيه الأساسي يوجه الأليداد والحافة بلامسة أو بالقرب من النقطة جـ إلى النقطة التالية من نقط رؤوس المضلع وهي النقطة د ويرسم الشعاع المطابق للخط جـ د وتوقع النقطة د تبعاً لطول الخط جـ د بمقياس رسم اللوحة .

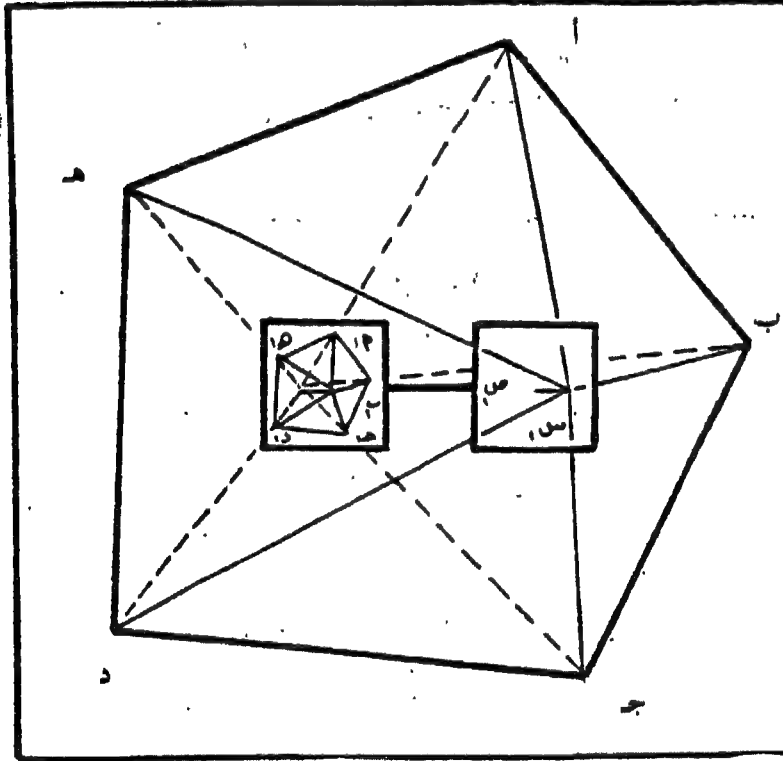
٨ — يتم الانتقال باللوحة وقد تم رفع وتوقيع الخطوط أ ب ، ب جـ ، جـ د وما حولهما من تفاصيل إلى النقطة التالية د ويتم التمرکز فوق د وضبط أفقية اللوحة والأليداد بحيث تكون النقطة د مسامته لنظيرتها على الطبيعة د بالإستعانة بشوكة الإسقاط .

٩ — تجرى عملية التوجيه الأساسي للوحة بحيث ينطبق الخط د جـ على نظيره د جـ في الطبيعة ثم ترفع النقطة هـ بنفس الطريقة :

١٠ — يكرر العمل بالنسبة لكل نقطة من نقط رؤوس المضلع حتى يتم رفع المنطقة بكاملها بطريقة المضلع بإستخدام اللوحة المستوية .

ثالثاً : طريقة التقاطع :

تستخدم طريقة التقاطع في حالة إمكانية التمرکز داخل المضلع الذي يحيط بالمنطقة المطلوب رسم خريطة لها في موضعين على امتداد خط يعرف بخط القاعدة ، بحيث يمكن أن يقاس طول هذا الخط قياساً مباشراً ودقيقاً حيث أنه الخط الوحيد الذي سيتم قياسه في عملية الرفع بطريقة التقاطع . بالإضافة إلى إمكانية التوجيه إلى جميع نقط رعوس المضلع والظواهر المطلوب رفعها من نهايتي خط القاعدة . (شكل رقم ١٣٠) .



(شكل رقم ١٣٠)

الرفع باللوحة المستوية بطريقة التقاطع

تتلخص عملية الرفع والتوقيع في الخطوات الآتية :

- ١ — بعد إجراء عملية الاستكشاف والرسم التخطيطي للمنطقة واختيار وتثبيت نقط رعوس المضلع واختيار موقع خط القاعدة المناسب س ص ، يتم قياس طول س ص قياساً مباشراً ودقيقاً .
- ٢ — يتم التمركز فوق نقطة س إحدى نقط طرفي خط القاعدة س ص وبعد إعداد اللوحة للرفع كضبط الأفقية ورسم إتجاه الشمال ، يتم رفع النقطة س من على الطبيعة إلى اللوحة بواسطة شوكة الإسقاط في النقطة س_١ .
- ٣ — باستخدام جهاز التوجيه الأليداد بعد ضبط أفقيته يتم التوجيه إلى الشاخص عند ص ورسم الشعاع من س_١ إلى ص ، ويتم تحديد طول الخط س_١ ص_١ تبعاً للطول المقاس من الطبيعة ووفقاً لقياس الرسم .
- ٤ — من النقطة س_١ على اللوحة المستوية يتم التوجيه بالأليداد إلى جميع نقط رعوس المضلع وجميع الظواهر والتفاصيل وترسم اشعة إلى كل هذه الظواهر ويكتب على كل شعاع لاسم الظاهرة التي يتجه إليها .
- ٥ — يتم الانتقال باللوحة المستوية إلى النقطة ص ويتم التمركز فوق النقطة ص بحيث تكون النقطة ص_١ على اللوحة مسامتة تماماً على النقطة ص في الطبيعة باستخدام شوكة الإسقاط .
- ٦ — تجرى عملية التوجيه الأساسي بحيث ينطبق الخط ص_١ س_١ على نظيره في الطبيعة ص س ويوازيه .
- ٧ — بعد إتمام عملية التوجيه الأساسي يتم توجيه اشعة من نقطة ص_١ على اللوحة إلى جميع النقط السابق توجيه ورسم الاشعة إليها من النقطة س_١ يتقاطع كل شعاعين يتجهان لنقطة واحدة في نقطة هي موقعها على الخريطة .
- ٨ — بتقاطع الاشعة يتم رفع نقط المضلع ومواقع الظواهر الجغرافية الطبيعية البشرية في المنطقة التي يتم رفعها ورسم خريطة تفصيلية لها .

الفصل الرابع

المساحة بالتيودوليت

رابعاً : المساحة بالتيودوليت

يقصد بالمساحة بالتيودوليت: المساحة التي تعتمد على 'قياس الزوايا' بين سلاع ، وتستخدم في العمليات المساحية الخاصة برفع الشبكات المثلثية . جاءت المختلفة وكذلك في رفع المضلعات المقفلة والمفتوحة للمناطق المطلوب بها .

ويعتبر جهاز التيودوليت من أدق الأجهزة المستخدمة في قياس الزوايا قية والزوايا الرأسية ، ويستخدم جهاز التيودوليت في إجراء العمليات ساحية التي تتطلب دقة كبيرة ويعتمد على نتائجها عند إجراء العمليات ساحية الأخرى بأنوعها المختلفة .

وتختلف دقة قياس الزوايا تبعاً لنوع الجهاز المستخدم وتبعاً للغرض من لية قياس الزوايا ، فقد تصل دقة القياس إلى جزء من الثانية كما هي الحال في ميات الرفع الجيوديسى والمضلعات التي تغطي مساحات كبيرة من سطح رض ، وقد تقل الدقة إلى عدة ثوان أو دقيقة كاملة . وتتوقف دقة الرصد بأس الزوايا على العوامل الآتية :

— دقة الجهاز وهي أصغر قراءة زاوية يمكن قراءتها مباشرة من جهاز التيودوليت .

— دقة شخصية وتتوقف على مدى مهارة الراصد في رصد الزوايا وأجزاء وحدات القياس الزاوى التي يتم رصدها تبعاً لتقدير الراصد .

— دقة حسابية وتتوقف على نوع العمليات الحسابية التي تستخدم لمعالجة القياسات الزاوية التي تتم باستخدام جهاز التيودوليت .

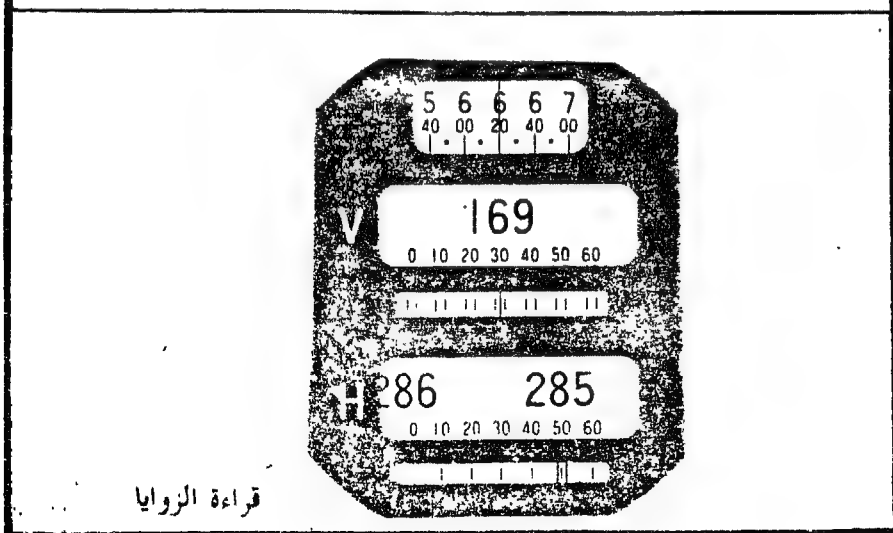
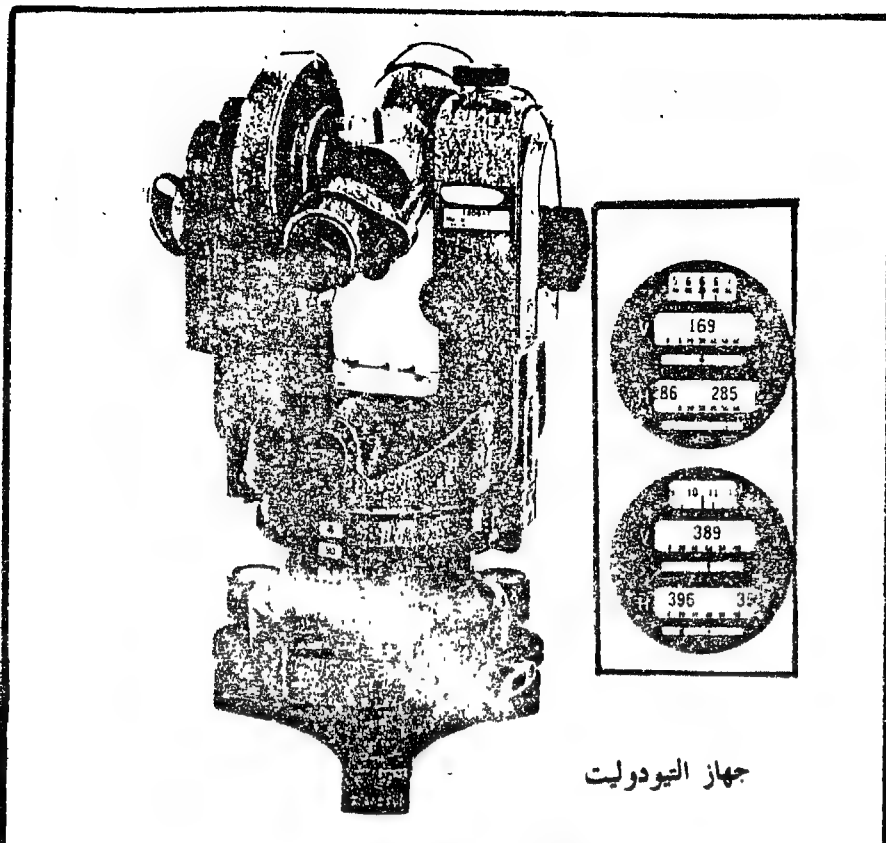
وتتعدد أنواع أجهزة التيودوليت تبعاً لتقدم فن الصناعة وتبعاً لتطور الإهتمام فة العمل المساحى ، فقد تطورت الأجهزة البصرية بحيث تمكن من رصد أهداف المساحية على مسافات طويلة بقوة تكبير تسمح برصد واضح مقروء . كما تطورت أساليب قراءة الزوايا المرصودة من على دوائر القياس يث أصبح من الممكن زيادة عدد أقسامها ، وبالتالي زيادة دقة الزوايا إلى جزء الثانية الواحدة وذلك عن طريق قراءة آلية مباشرة من خلال منظار خاص

بدلاً من القراءة بمساعدة الورنيات مما يزيد من دقة القراءة وسهولة إستخدام الجهاز مع دقته العالية . (شكل رقم ١٣١) . (شكل رقم ١٣٢)

جهاز التيودوليت : (شكل رقم ١٣٣ - أ.ب.ج.)

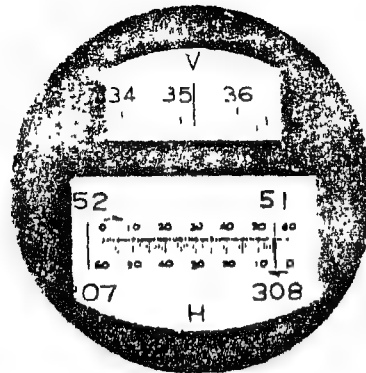
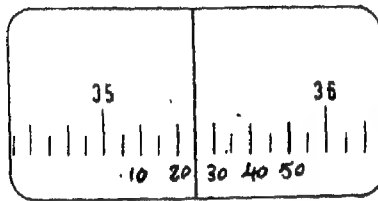
- و يتركب جهاز التيودوليت في أبسط صورة من قاعدة مثلثة مزودة بثلاثة من مسامير التسوية لضبط الأفقية ومنظار خاص لإجراء عملية التسامت بصرياً وبذلك يتم الإستغناء عن خيط الثقل .
- ويعملو قاعدة الجهاز دائرة القياس الأفقى وتتكون من قرص زجاجى مقسم إلى عدد كبير من الأقسام الدقيقة . ويتحرك جسم الجهاز حركة أفقية دائرية فوق قرص القياس لتسجيل الزوايا بين الأضلاع المقاسة من مركز الجهاز . ويتم قراءة الزوايا من خلال عدد من الأجهزة العاكسة تعكس القراءة إلى منظار خاص ، بالإضافة إلى فتحة مزودة بمروحة عاكسة لتسمح بدخول قدر من الضوء إلى داخل الجهاز يجعل القراءة واضحة ومقروءة .
- ويقع منظار الرصد على خط الرأسى للجهاز ، والمنظار مزود بعدسة عينية أمام عين الراصد وأخرى شبيبة في إتجاه الأهداف المساحية . بالإضافة إلى حامل للشعرات يمكن من تحديد مواقع الرصد بدقة متناهية وعدد آخر من العدسات تمكن من وضوح الصورة ، كذلك زيادة مجال الرؤية للمنظار وزيادة قوة التكبير .
- يتحرك المنظار أفقياً مع حركة الجهاز فوق قرص التدرج الأفقى ، كما يتحرك المنظار حركة محورية رأسية لإجراء القياسات من الوضع المتيا من الوضع المتيا .
- بالجهاز قرص تدرج رأسى مجاور للمنظار لقياس الزوايا الرأسية ، أى زوايا الإرتفاع والإخفاض . ويتم قراءة الزوايا الرأسية من نفس منظار قراءة الزوايا الأفقية بعد تحويل القراءة داخل الجهاز من أفقية إلى رأسية بواسطة مسمار خاص .
- قاعدة الجهاز والجهاز والمنظار جميعها مزودة بعدد من موازين التسوية الدائرية والطولية تستخدم لضبط تسوية (أفقية) الجهاز ضبطاً دقيقاً . وكاملاً .

- حركة الجهاز الأفقية وحركة المنظار الرأسية تتم من خلال إستخدام عدد من مسامير الحركة السريعة للتوجيه الأولى ، والحركة البطيئة للتوجيه الدقيق .
- الجهاز مزود بمسمار يعمل على تحريك قرص التدرج للحصول على قراءة معينة لضبط الجهاز قبل إجراء عملية الرصد .
- يركب الجهاز فوق حامل ثلاثي الشعب يتميز بالأرجل المنزقة للتحكم في الارتفاع المناسب للجهاز عند إستخدامه في قياس الزوايا .
- للجهاز علبة من المعدن أو البلاستيك المقوى للحفاظ عليه من الصدمات حتى يكون بحالة جيدة تماماً لضمان دقة الرصد به وقياس الزوايا .

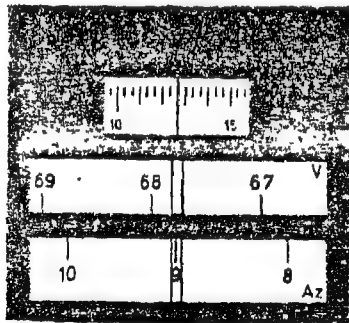


(شكل رقم ١٣١)

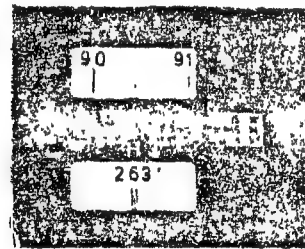
جهاز التيودوليت وشاشة قراءة الزوايا



الزاوية الأفقية : $40^{\circ} 04' 30.8''$
الزاوية الرأسية : $00^{\circ} 25' 35''$



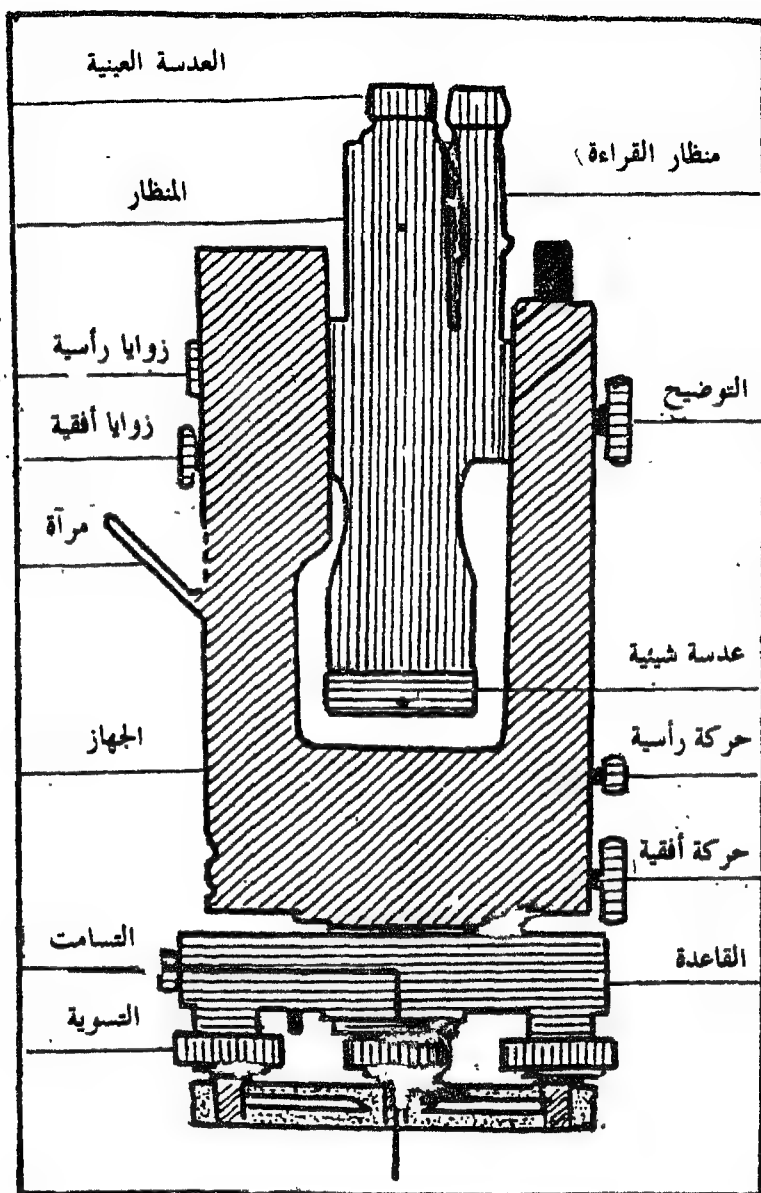
الزاوية الأفقية : $40^{\circ} 12' 09''$



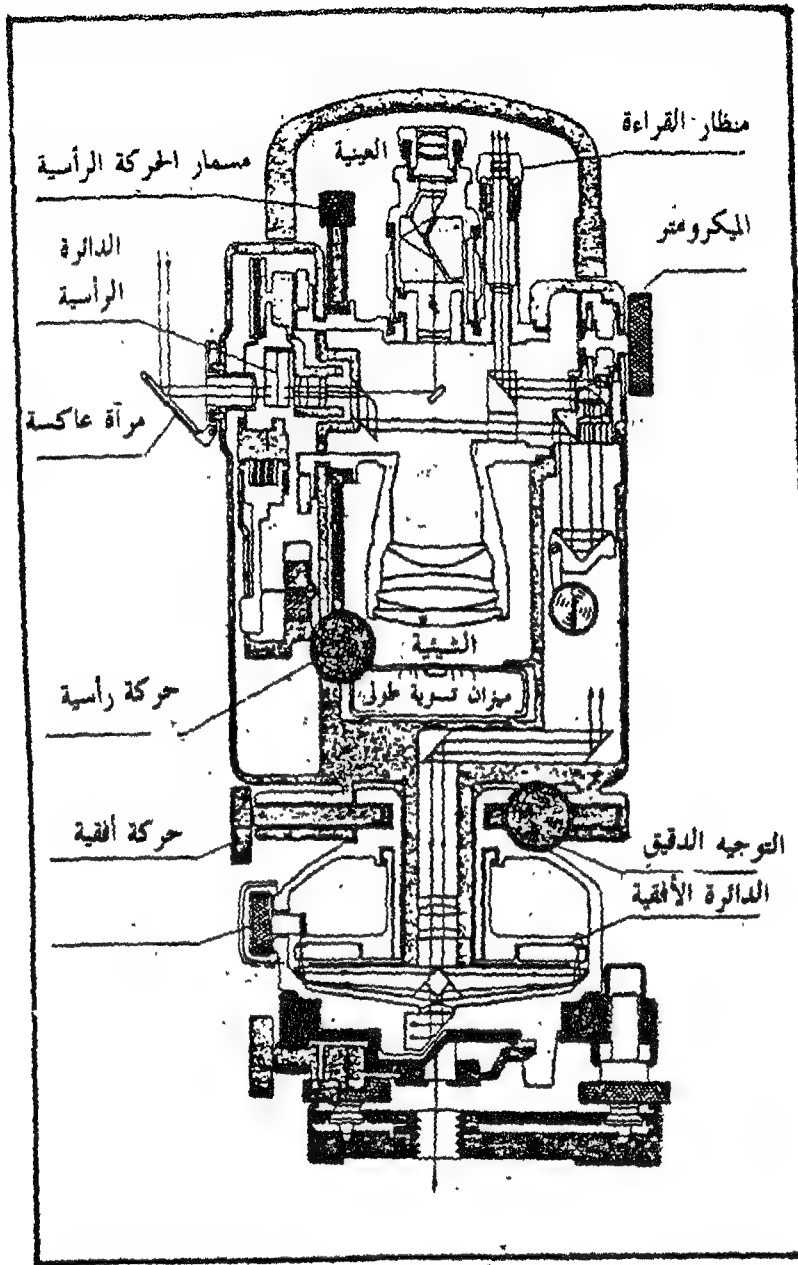
الزاوية الأفقية : $24^{\circ} 15' 263''$

(شكل رقم ١٣٢)

نماذج لشاشة قراءة الزوايا الأفقية والرأسية



(شكل رقم ١٣٣ - أ)
تركيب جهاز التيودوليت



(شكل رقم ٢٣٣ - ب)
تركيب جهاز التيودوليت

عقارب الساعة وبذلك يتم قياس نفس الزاوية والبيودوليت في الوضع المتناسر .

ى — يتم حساب المتوسط فتكون القيمة الناتجة هي الزاوية المطلوب قياسها .
نتيجة لإحتمالات الخطأ في التوجيه أو القراءة. يعاد قياس الزاوية عدة مرات على أن تكون بداية القياس مختلفة في كل مرة أى مرة من صفر والثانية من ٤٥° والثالثة من ٩٠° وهكذا وهو ما يعرف بالرصد على أقواس وتكون الزاوية المطلوبة هي متوسط جميع الزوايا المقاسة في الوضعين المتناسر والمتناسر .

— من الملاحظ أن قيمة الزاوية المقاسة على القوس صفر = ٣٠° ٢٧' ٦٦°
على حين أن قيمة الزاوية المقاسة على القوس ٩٠° = ٢٠° ٢٧' ٦٦°
أى أن هناك فرقاً بين القيمتين لنفس الزاوية قدره عشر ثوان .
ومن ثم تكون الزاوية المطلوبة هي متوسط القيمتين = ٢٥° ٢٧' ٦٦°
— وكلما زاد عدد أقواس القياس كلما زادت دقة الزاوية المقاسة بهذه الطريقة وتعرف هذه الطريقة بطريقة قياس الزوايا الفردية وهناك طرقاً أخرى منها طريقة القياس بالإتجاهات وطريقة القياس بالتكرار وغيرها ، تهدف جميعاً إلى قياس الزوايا بأعلى دقة ممكنة .

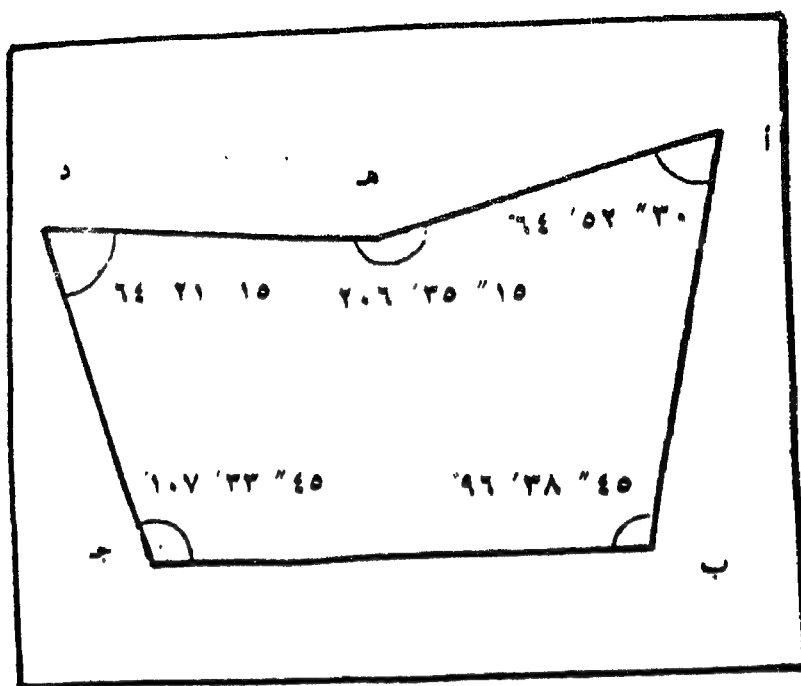
— رفع المضلعات بواسطة البيودوليت :

تتنوع المضلعات المستخدمة في الأعمال المساحية ما بين المضلعات المقفلة والمضلعات المفتوحة والمضلعات المربوطة أو المتصلة وسنكتفى بأسلوب رفع المضلعات المقفلة .

خطوات رفع المضلع المقفل بالبيودوليت :

أ — بعد عملية الإستكشاف وتثبيت نقط رؤوس المضلع في الطبيعة ووضع العلامات المساحية (الشواخص) فوق النقط .
ب — باستخدام البيودوليت وبطريقة من طرق قياس الزوايا يتم قياس الزوايا الداخلية بين خطوط المضلع .

القوس	النقطة	الوضع متيامن	الوضع متياسر	المتوسط	الزوايا
٠٩٠	١) ٢	٠٠ ٢٠ ٣١ ٧٤ ٧٤ ١٠١	٠٠ ٢٠ ٣١ ٧٤ ٧٤ ١٠١	٠٠ ٢٠ ٣١ ٧٤ ٧٤ ١٠١	٢٠ ٢٧ ٦٦
صفر	١) ٢	٠٠ ٢٠ ٣١ ٧٤ ٧٤ ١٠١	٠٠ ٢٠ ٣١ ٧٤ ٧٤ ١٠١	٠٠ ٢٠ ٣١ ٧٤ ٧٤ ١٠١	٢٠ ٢٧ ٦٦



(شكل رقم ١٣٤)

مضلع تيودوليت مقفل

جـ — بعد قياس زوايا المضلع قياساً دقيقاً يتم قياس أطوال أضلاعه وانحراف أى خط من خطوطه .

د — بعد عملية قياس الزوايا يتم التأكد من صحة القياس وذلك بمقارنة مجموع الزوايا المقاسة للمضلع بمجموع الزوايا المفروض أن تكون عليه والذي يحسب من العلاقة :

١ — في حالة قياس الزوايا الداخلية :

مجموع الزوايا الداخلية للمضلع = ضعف عدد الأضلاع - ٤ قوائم

$$= (٢ \times ٤ - ٤) \times ٩٠ \text{ درجة}$$

٢ — في حالة قياس الزوايا الخارجية :

مجموع الزوايا الخارجية للمضلع = ضعف عدد الأضلاع + ٤ قوائم

$$= (٢ \times ٤ + ٤) \times ٩٠ \text{ درجة}$$

— في المثال مجموع الزوايا الداخلية للمضلع المقاسة : (شكل رقم ١٨٢) :

الزاوية	ثانية	دقيقة	درجة
ب أ هـ	٣٠	٥٢	٦٤
أ ب جـ	٤٥	٣٨	٩٦
ب جـ د	٤٥	٣٣	١٠٧
جـ د هـ	١٥	٢١	٦٤
د هـ أ	١٥	٣٥	٢٠٦
مجموع الزوايا	٣٠	٠١	٥٤٠

على حين يجب أن يكون مجموع هذه الزوايا مساوياً :

$$(٢ \times ن - ٤) \text{ قوائم}$$

$$(٢ \times ٥ - ٤) \text{ قوائم}$$

$$٦ \text{ قوائم} = ٩٠ \times ٦ = ٥٤٠ \text{ درجة} .$$

— يتبين من ذلك أن هناك خطأ في مجموع زوايا المضلع قدره دقيقة واحدة وثلاثين ثانية زيادة عن المفروض أن تكون عليه .

— يتم التأكد هل الخطأ في قياس الزوايا مسموح به من العلاقة :

$$\sqrt{\text{عدد الزوايا}} \text{ ثانية الخطأ المسموح به} = ٧٠$$

فإذا تبين أن الخطأ في حدود المسموح به يوزع الخطأ على الزوايا المقاسة بالتساوى حتى يتم تصحيح الخطأ .

أما إذا كان الخطأ في قياس الزوايا أكبر من المسموح به فيتم إعادة العمل المساحي وقياس الزوايا من جديد .

$$\text{في المثال الخطأ المسموح به} = ٧٠ \times \sqrt{٥} = ١٥٤ \text{ ثانية}$$

$$\text{والخطأ في عملية قياس الزوايا} = ٩٠ \text{ ثانية}$$

— أى في حدود المسموح به ومن ثم يتم تقدير نصيب كل زاوية من التصحيح بقسمة مقدار الخطأ على عدد زوايا المضلع $= ٩٠ \div ١٨ = ٥$ "

يطرح من كل زاوية نصيبها من الخطأ فتكون زوايا المضلع المصححة هي

الزاوية	ثانية	دقيقة	درجة
ب أ هـ	١٢	٥٢	٦٤
أ ب حـ	٢٧	٣٨	٩٦
ب حـ د	٢٧	٣٣	١٠٧
حـ د هـ	٥٧	٢٠	٦٤
د هـ أ	٥٧	٣٤	٢٠٦
مجموع الزوايا	٠٠	٠٠	٥٤٠

— بعد تصحيح الزوايا يوقع المضلع بمعرفة زواياه وأطوال أضلاعه وذلك في حالة المضلعات الصغيرة وفي عمليات الرفع المساحي التقريبية .

أما في عمليات المساحة الدقيقة فيتطلب توقيع المضلع إجراء بعض العمليات الحسابية مثل :

— يتم حساب إنحرافات أضلاع المضلع ابتداء من الخط الذي قيس إنحرافه عند الرصد ويتم تحويل هذه الإنحرافات الدائرية إلى إنحرافات مختصرة ويتم التأكد من صحة الإنحرافات بحساب الإنحراف المقاس والمقارنة بين الإنحرافين المقاس والمحسوب لنفس الضلع فإن تطابقا يستكمل العمل المكتبي وإن كان هناك خطأ مسموح به يتم تصحيحه .

— على ذلك حساب المركبات لأضلاع المضلع الرأسية والأفقية بمعرفة أطوالها وإنحرافاتهما المختصرة ويتم التأكد من صحتها وتصحيح الخطأ إن وجد شرط أن يكون في حدود المسموح به .

— من المركبات تحسب إحداثيات نقط رموس المضلع ثم يتم توقيعها على لوحة الرسم تبعاً لمقياس الرسم وبذلك يتم رصد وتوقيع مضلع التيودوليت بدقة كبيرة .

حساب وتوقيع مضلعات التيودوليت

١ : المضلع المقفل

خطوات حساب وتوقيع المضلع المقفل :

١ - يتم رسم كروكى للمضلع توقع عليه البيانات المرصودة من زوايا وأطوال وانحرافات واحداثيات .

٢ - يتم تصحيح خطأ القفل الزواى من العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :
— باعتبار عدد زوايا المضلع = ن فيجب أن يكون :

$$\text{مجموع الزوايا الداخلية} = (٢ - ن) \times ٩٠^\circ$$

أو

$$\text{مجموع الزوايا الخارجية} = (٢ + ن) \times ٩٠^\circ$$

— إذا كان هناك فرق بين مجموع الزوايا المرصودة وبين مجموع الزوايا المحسوبة وفى حدود الخطأ المسموح به وقيمته :

$$\text{الخطأ المسموح به} = ٧٠ \text{ ثانية} \times \sqrt{ن}$$

يوزع الخطأ بالتساوى على كل زوايا المضلع بعكس إشارة الخطأ .

٣ - يتم حساب انحرافات الدائرية لأضلاع المضلع بمعلومية انحراف أى ضلع من أضلاعه ، ومعرفة الزوايا المصححة المرصودة بين الأضلاع من العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :

الانحراف الدائرى للضلع = انحراف الضلع المعلوم + الزاوية من

الضلع المعلوم إلى الضلع المطلوب فى

إتجاه حركة عقارب الساعة $\pm ١٨٠^\circ$

أو

الانحراف الدائرى للضلع = انحراف المضلع المعلوم - الزاوية

من الضلع المعلوم إلى الضلع المطلوب

فى إتجاه عكس حركة عقارب

الساعة $\pm ١٨٠^\circ$

٤ — يتم حساب الانحرافات المختصرة للانحرافات الدائرية لأضلاع المضلع كما يأتي :

$$\begin{aligned} \text{الانحراف الدائري بين } ٠ - ٩٠^\circ & \text{ يكون المختصر} = \text{الانحراف الدائري} + + \\ \text{الانحراف الدائري بين } ٩٠^\circ - ١٨٠^\circ & \text{ يكون المختصر} = \text{الدائري} - ١٨٠ + \\ \text{الانحراف الدائري بين } ١٨٠^\circ - ٢٧٠^\circ & \text{ يكون المختصر} = \text{الدائري} - ١٨٠ + \\ \text{الانحراف الدائري بين } ٢٧٠^\circ - ٣٦٠^\circ & \text{ يكون المختصر} = \text{الدائري} - ٣٦٠ + \end{aligned}$$

٥ — يتم حساب مركبات الأضلاع من العلاقة الرياضية الآتية :

المركبة الأفقية للضلع = طول الضلع \times جـ الانحراف المختصر .
 المركبة الرأسية للضلع = طول الضلع \times حتا الانحراف المختصر .
 — يجب أن يكون المجموع الجبري للمركبات الأفقية مساوياً صفراً ،
 ويجب أن يكون المجموع الجبري للمركبات الرأسية مساوياً صفراً
 أيضاً . فإذا كان غير ذلك فيحسب خطأ القفل ونسبته وما إذا كان
 مسموحاً به أم لا ، فإن كان الخطأ في حدود المسموح بوزع
 وتصحح المركبات الأفقية والرأسية .

$$\begin{aligned} \text{خطأ القفل} = \sqrt{\text{المجموع الكبري للمركبات الأفقية}^2 + \\ \text{المجموع الجبري للمركبات الرأسية}^2} \\ \text{نسبة خطأ القفل} = \frac{\text{مقدار خطأ القفل}}{\text{مجموع أطوال المضلع}} \end{aligned}$$

— الخطأ المسموح به في الأراضي الزراعية بالسنتيمتر

$$= ٢٥ + ٠,٣١ \text{ ل } ١,١٣ \sqrt{\text{ل}}$$

حيث ل مجموع أطوال أضلاع المضلع

— الخطأ المسموح به في المدن ١ : ٢٠٠٠

توزع خطأ القفل على النحو الآتي :

للمركبات الأفقية : المجموع الجبري للمركبات الأفقية

$$\times \frac{\text{طول الضلع}}{\text{مجموع أطوال الأضلاع}}$$

$$\text{للمركبات الرأسية : المجموع الجبرى للمركبات الرأسية} \\ \times \frac{\text{طول الضلع}}{\text{مجموع أطوال الأضلاع}}$$

وبعكس إشارة خطأ القفل في كل حالة
وبذلك يتم تصحيح مركبات الأضلاع الأفقية والرأسية ويصبح
المجموع الجبرى لكل منهما مساوياً صفراً .

٦ — يتم حساب احداثيات نقط رؤوس المضلع بجمع مركبة الضلع على
الاحداثى للنقطة السابقة لها جمعاً جبرياً تنتج احداثيات النقطة التالية
الأفقية والرأسية .

٧ — يتم حساب الاحداثيات حتى النقطة المعلوم احداثياتها فيكون لها
احداثيات معلومة وأخرى محسوبة . تكون متساويتان .

مثال :

مضلع التيودوليت أ ب ح د هـ رصدت زواياه الداخلية في إتجاه حركة
عقارب الساعة فكانت الزوايا كالآتى :

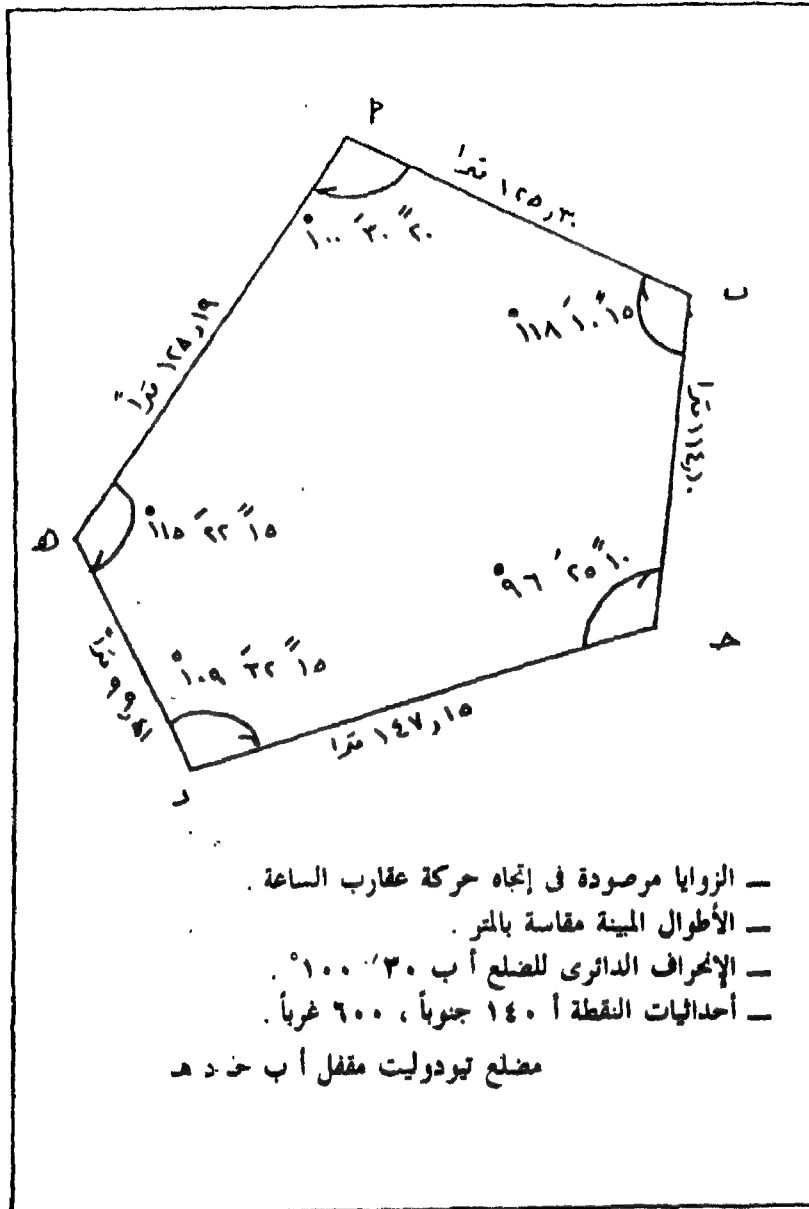
$$\begin{aligned} \text{ب } 10^{\circ} 18' 15'' , \text{ ح } 10^{\circ} 25' 96'' , \text{ د } 15^{\circ} 32' 109'' \\ \text{هـ } 15^{\circ} 22' 115'' , \text{ أ } 20^{\circ} 30' 100'' . \end{aligned}$$

وقيست أطوال أضلاعه بالمتري فكانت كالآتى :

$$\begin{aligned} \text{ب ح} = 114,10 \text{ متراً} , \text{ ح د} = 147,15 \text{ متراً} , \text{ د هـ} = 99,41 \text{ متراً} \\ \text{هـ أ} = 128,19 \text{ متراً} , \text{ أ ب} = 125,30 \text{ متراً} . \end{aligned}$$

قيس الانحراف الدائرى للمضلع أ ب فكان مساوياً ٣٠ ' ١٠٠ .
وكانت احداثيات النقطة أ ١٤٠ جنوباً ، ٦٠٠ غرباً .

والمطلوب حساب احداثيات نقط رؤوس المضلع أ ب ح د هـ
(شكل رقم ١٣٥) :



(شكل رقم ٢٣٥)
 أرصاد مضلع تيودوليت مقفل

الحل :

أولاً : تصحيح خطأ القفل الزاوى إن وجد :

— مجموع الزوايا الداخلية للمضلع المرصودة :

الزاوية ب	١٥"	١٠'	١١٨°
الزاوية ح	١٠	٢٥	٩٦
الزاوية د	١٥	٣٢	١٠٩
الزاوية هـ	١٥	٢٢	١١٥
الزاوية أ	٢٠	٣٠	١٠٠

مجموع الزوايا ١٥" ١٠' ١٠٠°

— مجموع زوايا المضلع الصحيحة المتسوية :

مجموع الزوايا = $90 \times (4 - 2) =$

$$90 \times (4 - 2) =$$

$$180 = 90 \times 2 =$$

$$150'' - 180'' = -30'' \quad \therefore \text{خطأ القفل الزاوى}$$

الخطأ المسموح به = $70''$ ثانية

$$70'' \times 5 =$$

$$350'' = 2,236 \times 70'' = 156,5'' \text{ ثانية}$$

\therefore مقدار الخطأ في القياس الزاوى = $36,5''$

ومن ثم فإن الخطأ في حدود المسموح به فيوزع على كل زوايا المضلع الداخلية بعكس الإشارة .

$$\text{مقدار التصحيح الواجب لكل زاوية} = \frac{\text{مقدار الخطأ الزاوى}}{\text{عدد زوايا المضلع}}$$

$$= \frac{+ 10''}{5} = 3 \text{ ثوان}$$

— يطرح نصيب كل زاوية من الخطأ وقدره ٣ ثوان من قيمة كل زاوية وبذلك يتم تصحيح زوايا المضلع ، وتفرغ الأرضاد المصححة في جدول حسابات التيودوليت .

النقطة	الضلع	الطول بالمتري	الزوايا المقاسة	الزوايا المصححة
	أب	١٢٥,٣٠	١١٨ ١٠ ١٥	١١٨ ١٠ ١٢
ب	بـح	١١٤,١٠	٩٦ ٢٥ ١٠	٩٦ ٢٥ ٧
ح	حـد	١٤٧,١٥	١٠٩ ٣٢ ١٥	١٠٩ ٣٢ ١٢
د	دـه	٩٩,٤١	١١٥ ٢٢ ١٥	١١٥ ٢٢ ١٢
هـ	هـأ	١٢٨,١٩	١٠٠ ٣٠ ٢٠	١٠٠ ٣٠ ١٧
أ				
مجموع الزوايا		٥٤٠ ١٥	٥٤٠ ٠٠ ٠٠	٥٤٠ ٠٠ ٠٠

ثانياً : حساب الانحرافات الدائرية :

.. الزوايا الداخلية للمضلع قد تم رصدها في إتجاه عقرب الساعة .

١١. انحراف الضلع أ ب معلوم بقيمته ٣٠' ١٠٠° ، فيتم حساب الانحرافات الدائرية لبقية الأضلاع كما يأتي :

الانحراف الدائري للضلع = انحراف الضلع المعلوم + الزاوية من الضلع المعلوم إلى الضلع المطلوب في اتجاه حركة عقارب الساعة ± ١٨٠° .

وزوايا المضلع الداخلية مقاسة جميعها في اتجاه حركة عقارب الساعة .

$$\text{الانحراف الدائري للضلع أ ب} = ٣٠' ١٠٠'' = ٠٠$$

$$\text{الانحراف الدائري للضلع ب ح} = ١٢' ٣٠'' + ١٠٠' ١١٨'' - ١٨٠' = ٣٨' ٤٠'' = ١٢$$

$$\text{الانحراف الدائري للضلع ح د} = ١٢' ٣٨'' + ٩٦' ٢٥'' - ١٨٠' = ١٩' ٥٠'' = ١٩$$

$$\text{الانحراف الدائري للضلع د هـ} = ١٩' ٣٨'' + ١٠٩' ٣٢'' - ١٨٠' = ٣٧' ٢٤٤'' = ٣٧$$

$$\text{الانحراف الدائري للضلع هـ أ} = ٣٧' ٢٤٤'' + ١١٥' ٢٢'' - ١٨٠' = ٥٩' ١٧٩'' = ٥٩$$

$$\text{الانحراف الدائري للضلع أ ب} = ٥٩' ١٧٩'' + ٣٠' ١٠٠'' - ١٨٠' = ٣٠' ١٠٠'' = ٣٠$$

وبذلك يكون العمل الحسابي صحيح حيث أن الانحراف الدائري للضلع أ ب المحسوب يساوى الانحراف الدائري المعلوم .

ثالثاً : حساب الانحرافات المختصرة :

$$\text{الانحراف المختصر للضلع أ ب} = ٣٠' ١٠٠'' - ١٨٠' = ٧٩' ٣٠'' = ٧٩$$

$$\text{الانحراف المختصر للضلع ب ح} = ١٢' ٣٨'' + ٣٨' ٤٠'' = ٥١' ٧٨'' = ٥١$$

$$\text{الانحراف المختصر للضلع ح د} = ١٩' ٣٨'' - ٣٦٠' = ٤١' ٥٤'' = ٤١$$

$$\begin{aligned} \text{الإعزاف المأصر للضلع د هـ} &= ٢٤٤'٣٧'' \dots - ١٨٠'٠٠'' \dots \\ &= ٦٤'٣٧'' \dots - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{الإعزاف المأصر للضلع هـ أ} &= ١٨٠'٠٠'' \dots - ١٧٩'٥٩'' \dots \\ &= ٠'٠١'' \dots + \end{aligned}$$

وتوضأ الإعزافات المأصرة في أءول أساباب الئودولئب

رابعاً : أساب مراكب الأضلاع :

أ - المراكب الأفقية :

المركبة الأفقية للضلأ = طول الضلع × أا الإعزاف المأصر

المركبة الأفقية للضلأ أ ب = ١٢٥,٣٠ × ٠'٣٠'' = ٧٩'

$$٠,٩٨٣٢٥ \times ١٢٥,٣٠ =$$

$$١٢٣,٢٠٢ + =$$

المركبة الأفقية للضلأ ب ح = ١١٤,١٠ × ١٢'٤٠'' = ٣٨'

$$٠,٦٢٤٨٣ \times ١١٤,١٠ =$$

$$٧١,٢٩٣ + =$$

المركبة الأفقية للضلأ ح د = ١٤٧,١٥ × ٤١'٥٤'' = ٤٤'

$$٠,٧٠٦٠١ \times ١٤٧,١٥ =$$

$$١٠٣,٨٧٥ - =$$

المركبة الأفقية للضلأ د هـ = ٩٩,٤١ × ٦٤'٣٧'' = ٦٤'

$$٠,٩٠٣٤٦ \times ٩٩,٤١ =$$

$$٨٩,٨١٣ - =$$

المركبة الأفقية للضلأ هـ أ = ١٢٨,١٩ × ٠'٠١'' = ٠'

$$٠,٠٠٠٢٩ \times ١٢٨,١٩ =$$

$$٠,٠٣٧ + =$$

أءون المراكب الأفقية في أءول أساب الئودولئب ، بأأب المأموع
الأأبرى للمراكب الأفقية والأى بأب أن أساوى صفراً ، أو بأوزأ الأأأاً
بأأس إأارته على أأب المراكب الأفقية إذا أا في أءول المأموع به .

ب - المركبات الرأسية :

المركبة الرأسية للضلع = طول الضلع \times جتا الانحراف المختصر

المركبة الرأسية للضلع أ ب = $١٢٥,٣٠ \times \text{جتا } ٠٠^\circ ٣٠' ٧٩''$

$$= ١٨٢٢٣ \times ١٢٥,٣٠ =$$

$$= ٢٢,٨٣٤ -$$

المركبة الرأسية للضلع ب ح = $١١٤,١٠ \times \text{جتا } ١٢^\circ ٤٠' ٣٨''$

$$= ٧٨٠٧٥ \times ١١٤,١٠ =$$

$$= ٨٩,٠٨٤ +$$

المركبة الرأسية للضلع ح د = $١٤٧,١٥ \times \text{جتا } ٤١^\circ ٥٤' ٤٤''$

$$= ٧٠٨١٩ \times ١٤٧,١٥ =$$

$$= ١٠٤,٢١٢ -$$

المركبة الرأسية للضلع د هـ = $٩٩,٤١ \times \text{جتا } ٠٠^\circ ٣٧' ٦٤''$

$$= ٤٢٨٦٧ \times ٩٩,٤١ =$$

$$= ٤٢,٦١٤ -$$

المركبة الرأسية للضلع هـ أ = $١٢٨,١٩ \times \text{جتا } ٠٠^\circ ٠١' ٠٠''$

$$= ٩٩٩٩٩ \times ١٢٨,١٩ =$$

$$= ١٢٨,١٨٩ +$$

تلون المركبات الرأسية في جدول حسابات إتيودوليت ، بحسب المجموع الجبري للمركبات الرأسية والذي يجب أن يساوى صفراً ، أو يوزع الخطأ بعكس إشارته على جميع المركبات الرأسية إذا كان في حدود المسموح به .

الضلع	المركبة الأفقية س	المركبة الرأسية ص
أ ب	١٢٣,٢٠٢ +	٢٢,٨٣٤
ب ح	٧١,٢٩٣ +	٨٩,٠٨٤ +
ج د	١٠٣,٨٧٥ -	١٠٤,٢١٢ +
د هـ	٨٩,٨١٣ -	٤٢,٦١٤
هـ أ	٠,٠٣٧ +	١٢٨,١٨٩ -
المجموع الجبرى	٠,٨٤٤ +	٠,٣٤١ -

خطأ القفل = $\sqrt{س^2 + ص^2}$

$$\sqrt{(٠,٣٤١ -)^2 + (٠,٨٤٤ +)^2} =$$

$$\sqrt{٠,١١٦٢٨١ + ٠,٧١٢٣٣٦} =$$

$$\sqrt{٠,٨٢٨٦١٧} = ٠,٩١٠$$

تصحيح خطأ القفل :

يوزع خطأ القفل على مركبات الأضلاع الأفقية والرأسية بنسب تتناسب مع طول كل ضلع إلى مجموع أطوال أضلاع المضلع

مقدار التصحيح للمركبة الأفقية =

$$= \frac{\text{طول الضلع}}{\text{طول محيط المضلع}} \times \text{مجموع المركبات الأفقية}$$

مقدار التصحيح للمركبة الرأسية =

$$= \frac{\text{طول الضلع}}{\text{طول محيط المضلع}} \times \text{مجموع المركبات الرأسية}$$

يتم تصحيح المركبات كما في الجدول الآتي :

الضلع	المركبة الأفقية	قيمة التصحيح	المركبة الأفقية مصححة
أ ب	١٢٣,٢٠٢ +	٠,١٧٢ -	١٢٣,٠٣٠ +
ب ج	٧١,٢٩٣ +	٠,١٥٧ -	٧١,١٣٦ +
ج د	١٠٣,٨٧٥ -	٠,٢٠٢ -	١٠٤,٠٧٧ -
د هـ	٨٩,٨١٣ -	٠,١٣٧ -	٨٩,٩٥٠ -
هـ أ	٠,٠٣٧ +	٠,١٧٦ -	٠,١٣٩ -
المجموع	٠,٨٤٤ +	٠,٨٤٤ -	صفر

الضلع	المركبة الرأسية	قيمة التصحيح	المركبة الرأسية مصححة
أ ب	٢٢,٨٣٤ -	٠,٠٧٠ +	٢٢,٧٦٤ -
ب ج	٨٩,٠٨٤ +	٠,٠٦٣ +	٨٩,١٤٧ +
ج د	١٠٤,٢١٢ +	٠,٠٨٢ +	١٠٤,٢٩٤ +
د هـ	٤٢,٦١٤ -	٠,٠٥٥ +	٤٢,٥٥٩ -
هـ أ	١٢٨,١٨٩ -	٠,٠٧١ +	١٢٨,١١٨ -
المجموع	٠,٣٤١ -	٠,٣٤١ +	صفر

تسجل المركبات الأفقية والرأسية المصححة و جدول حساب
التيودوليت .

خامساً : حساب احداثيات نقط رؤوس المضلع :

يتم حساب احداثيات نقط رؤوس المضلع بإجراء عملية الجمع الجبرى
لمركبة الضلع المصححة على احداثى النقطة المعلوم ، الأفقى والرأى فنتتج
أحداثيات النقطة التالية .

أحداثيات نقط رؤوس المضلع أ ب ج د هـ

الاحداثى الأفقى	الاحداثى الرأسى	
٦٠٠,٠٠٠ -	١٤٠,٠٠٠ -	احداثيات النقطة أ
١٢٣,٠٣٠ +	٢٢,٧٦٤ -	مركبات الضلع أ ب
٤٧٦,٩٧٠ -	١٦٢,٧٦٤ -	احداثيات النقطة ب
٧١,١٣٦ +	٨٩,١٤٧ +	مركبات الضلع ب ج
٤٠٥,٨٣٤ -	٧٣,٦١٧ -	احداثيات النقطة ج
١٠٤,٠٧٧ -	١٠٤,٢٩٤ +	مركبات الضلع ج د
٥٠٩,٩١١ -	٣٠,٦٧٧ +	احداثيات النقطة د
٨٩,٩٥٠ -	٤٢,٥٥٩ -	مركبات الضلع د هـ
٥٩٩,٨٦١ -	١١,٨٨٢ -	احداثيات النقطة هـ
٠,١٣٩ -	١٢٨,١١٨ -	مركبات الضلع هـ أ
٦٠٠,٠٠٠ -	١٤٠,٠٠٠ -	احداثيات النقطة أ

بعد التأكد من أن احداثيات نقطة أ المحسوبة تساوى احداثياتها المعلومة ،
يتم تدوين الاحداثيات في جدول حسابات التيودوليت ليصبح متكاملأ ، ومن
ثم يتم توقيع رعوس المضلع ورسم أضلاعه تبعأ لمقياس الرسم المطلوب

الأحداث الرئيسة	الأحداث الأخرى	المركبات الرئيسة	المركبات الأخرى	الإجماليات المختصرة	لديها	تطور مالتير	الصلح	الشفقة
١٤٠,٠٠٠				-	١٠٠ ٣٠ ١٧			
		٢٢,٧٦٤ -	١٢٣,٣٠٠ +	+ ٧٩ ٣٠ ٠٠ -		١٢٥,٣٠		
٤٧٦,٩٧٠ -	١٦٢,٧٦٤ -				١١٨ ١٠ ١٢			
		٨٩,١٤٧ +	٧١,١٣٦ +	+ ٢٨ ٤٠ ١٢ +		١١٤,١٠		
٤٠٥,٨٣٤ -	٧٣,٦١٧ -				٩٦ ٢٥ ٠٧			
		١٠٤,٢٩٤ +	١٠٤,٧٧٠ -	- ٤٤ ٥٤ ٤١ +		١٤٧,١٥		
٥٠٩,٩١١ -	٣٠,٦٧٧ +				١٠٩ ٢٧ ١٢			
		٤٢,٥٥٩ -	٨٩,٩٥٠ -	- ٦٤ ٣٧ ٠٠ -		٩٩,٤١		
٥٩٤,٨٦١ -	١١,٨٨٢ -				١١٥ ٢٢ ١٢			
		١٧٨,١١٨ -	٠٠٠,١٣٩ -	+ ٠٠ ٠١ ٠٠ -		١٢٨,١٩		

الفصل الخامس

القياس غير المباشر للأبعاد

- أولاً : طريقة شمرق الأستاذيا .
- ثانياً : طريقة قانون ظل الزاوية .
- ثالثاً : جهاز التيليتوب .

القياس غير المباشر للأبعاد

يمكن قياس الأبعاد بين النقط المختلفة بطرق غير مباشرة تيسر القياس في حالة وجود العقبات التي تمنع القياس المباشر ولا تمنع التوجيه كالمستنقعات والبرك ، والوديان العميقة ، أو الانحدارات الشديدة ، أو مناطق الرمال الناعمة ، أو المناطق غير الآمنة كحقول الألغام ، وكذلك في حالة الظروف الجوية التي تجعل القياس المباشر متعذراً ، ويساعد القياس غير المباشر للأبعاد على توفير قدر كبير من الوقت في إجراء العمليات المساحية إلى جانب ما يحققه من دقة كبيرة في عملية القياس .

وتتعدد طرق قياس الأبعاد غير المباشرة ومنها :

- ١ — الإستعانة بشعري الاستاديا ، (طريقة شعرات الاستاديا) .
- ٢ — الإستعانة بقوانين حساب المثلثات (طريقة الظلال) .
- ٣ — جهاز قياس المسافات ، (التيليتوب) .
- ٤ — جهاز قياس المسافات ، (عارضة انفار) .
- ٥ — أجهزة قياس المسافات بالاشعة .

وسنعرض إلى الطرق الثلاثة الأولى بصورة مبسطة نهيء للجغرافى إمكانية قياس المسافات بطريقة غير مباشرة ، وتلبي إحتياجات الجغرافى فى عمليات المساحة التى يقوم بها .

أولاً : طريقة شعري الاستاديا

تزود أجهزة التوجيه البصرية بالأجهزة المساحية بما يعرف بحامل الشعرات الذى يستخدم فى إجراء عملية التوجيه على الأهداف المساحية ، وحامل الشعرات مزود بشعرة رأسية أساسية تقاطع مع شعرة أفقية رئيسية تستخدمان فى عملية التوجيه والرصد عند قياس الزوايا بين النقط المساحية ، أو الانحرافات ، ولقراءة القائمة عند إجراء الميزانيات لتقدير مناسيب النقط المختلفة . ومحفور على حامل الشعرات شعرتان أفقيتان قصيرتان متوازيتان ،

وتوازيان الشعرة الأفقية الرئيسية وعلى بعدين متساويين منها هما شعرتى الأستاذيا .

ويستفاد من العلاقة بين مسارات الأشعة الضوئية خلال العدسة الشيئية إلى العدسات العينية ، ومن الخصائص التى تميز العدسات كالأبعاد البؤرية ، وبينهما وبين الهدف المساحى فى تحديد المسافات وقياسها بدقة عالية على الطبيعة .

ولقياس المسافات بالإستعانة بشعرتى الأستاذيا يلزم إستخدام جهاز مساحى مزود بشعرات الأستاذيا ، ومجهز لقياس زوايا الإرتفاع وزوايا الإنخفاض ويعرف بجهاز التاكيومتر . ويلزم معرفة ما يسمى بالثابت التاكيومترى ، وكذلك الثابت الإضافى للجهاز المستخدم وكلا من الثابتين مسجل مع دليل إستخدام الجهاز . كما يمكن حساب كل منهما إذا تعذر معرفتهما . وتزود بعض الأجهزة بعدسة تحليلية تلغى الثابت الإضافى للجهاز .

١ - الثابت التاكيومترى (ث) :

يحسب الثابت التاكيومترى لأى جهاز مساحى مزود بمنظار وبه شعرات الأستاذيا من العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :

الثابت التاكيومترى = البعد البؤرى للعدسة الشيئية ÷ المسافة بين شعرتى الأستاذيا .

$$\text{ث} = \text{س} \div \text{د}$$

٢ - الثابت الإضافى (ك) :

يحسب الثابت الإضافى لجهاز التاكيومتر من العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :

الثابت الإضافى = البعد البؤرى للعدسة الشيئية + البعد الأفقى بين المركز البصرى للعدسة الشيئية وبين المحور الرأسى لدوران الجهاز .

$$\text{ك} = \text{س} + \text{ط}$$

مثال :

إحسب الثابت التاكيومترى والثابت الإضافى لجهاز تاكيومتر فيه البعد البؤرى للعدسة الشيئية ٣٠ سم ، والمسافة بين شعرتى الاستاديا ٣ مم والبعد الأفقى بين المركز البصرى للعدسة الشيئية وبين المحور الرأسى لدوران الجهاز ٢٠ سم . (شكل رقم ١٣٦) .

الحل :

الثابت التاكيومترى ث :

$$\begin{aligned} \text{ث} &= \text{س} \div \text{د} \\ \text{ث} &= ٣٠ \text{ سنتيمتراً} \div ٣ \text{ ملليمترأ} \\ \text{ث} &= ٠,٣ \text{ متراً} \div ٠,٠٠٣ \text{ متراً} \\ \text{ث} &= \frac{٠,٣٠٠}{٠,٠٠٣} = ١٠٠ \text{ متراً} \end{aligned}$$

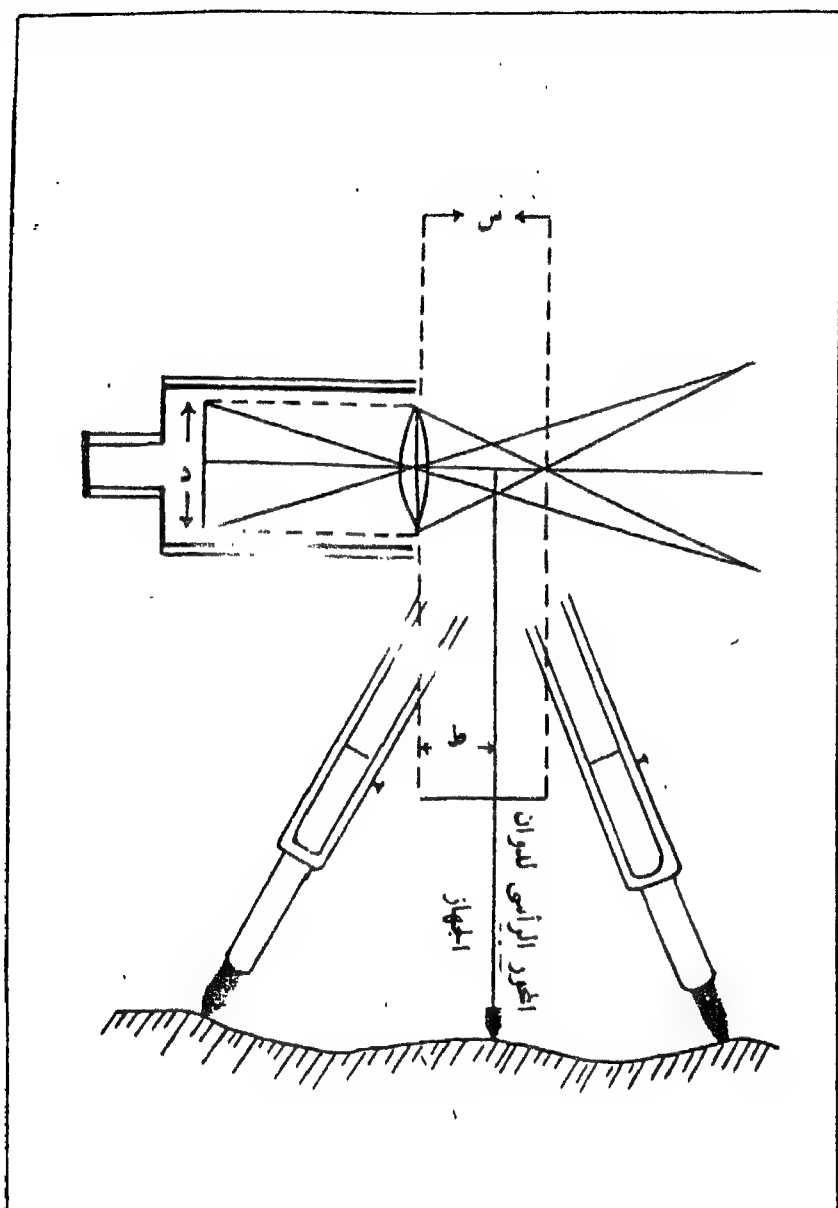
الثابت الإضافى ك :

$$\begin{aligned} \text{ك} &= \text{س} + \text{ط} \\ \text{ك} &= ٣٠ \text{ سنتيمتراً} + ٢٠ \text{ سنتيمتراً} \\ \text{ك} &= ٠,٣ \text{ متراً} + ٠,٢ \text{ متراً} \\ \text{ك} &= ٠,٥٠ \end{aligned}$$

طرق قياس البعد بين نقطتين :

١ - فى الوضع الأفقى :

- يتم التمرکز بجهاز التاكيومتر أو جهاز التيودوليت مسامتاً تماماً لإحدى النقطتين المطلوب إيجاد البعد الأفقى بينهما ، وتضبط أفقية الجهاز .
- توضع قامة متر رأسية تماماً فوق النقطة الثانية .
- يتم رصد القامة متر وتسجيل قراءة الشعرات الثلاثة العليا والوسطى والسفلى على القامة ، ويجب أن يكون الفرق بين قراءة الشعرة العليا وبين



(شكل رقم ٢٣٦)

قراءة الشعرة الوسطى مساوياً الفرق بين قراءة الشعرة السفلى وبين قراءة الشعرة الوسطى .

— يتم حساب المسافة الأفقية بين النقطتين بتطبيق المعادلة الرياضية البسيطة الآتية :

$$ف = ث \times هـ + ك$$

حيث ف = المسافة الأفقية بين النقطتين .

هـ = الفرق بين قرائتي شرقي الأستاذيا العليا والسفلى .

ث = الثابت التاكيومتري .

ك = الثابت الإضافي .

وفي حالة ما يكون الجهاز مزوداً بعدسة تحليلية فإن الثابت الإضافي ك = صفر ، ومن ثم تكون المسافة الأفقية :

$$ف = ث \times هـ$$

مثال :

لقياس المسافة الأفقية بين النقطتين أ ، ب وباستخدام جهاز تاكيومتر ثابت التاكيومتري ١٠٠ ، وثابته الإضافي ٣٠ سم وكانت قراءة الشعرات بالترتيب ٣,٤٥ - ٣,٠٠ - ٢,٥٥ . والمطلوب حساب المسافة الأفقية بين النقطتين أ ، ب .

الحل :

$$ث = ١٠٠$$

$$ك = ٠,٣$$

$$هـ = ٢,٥٥ - ٣,٤٥ = ٠,٩٠ \text{ سم}$$

$$\therefore ف = ث \times هـ + ك$$

$$= ٠,٣ + (٠,٩٠ \times ١٠٠)$$

$$= ٠,٣ + ٩٠$$

$$= ٩٠,٣ \text{ متراً}$$

(شكل رقم ١٣٧ — أ)

٢ - في الوضع غير الأفقى :

- يتم التمركز بجهاز التاكيومتر أو بجهاز التيودوليت مسامتاً تماماً لإحدى النقطتين المطلوب إيجاد المسافة الأفقية بينهما وتضبط أفقية الجهاز .
- توضع القامة متر رأسية تماماً فوق النقطة الثانية .
- يتم رصد القامة متر وتسجيل زاوية الإرتفاع أو زاوية الإنخفاض .
- يتم قراءة الشعرات الثلاثة العليا والوسطى والسفلى .
- يتم حساب البعد الأفقى بين النقطتين بتطبيق العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :

$$ف = ث \times هـ \text{جتا}^2 ن + ك \text{جتا} ن$$

حيث :

- ف = المسافة الأفقية بين النقطتين .
- هـ = الفرق بين قراءتى شعرتى الاستاديا العليا والسفلى .
- ث = الثابت التاكيومترى .
- ن = زاوية الإرتفاع أو زاوية الإنخفاض لموضع القامة متر .
- ك = الثابت الإضافى .

وفى حالة ما كان الجهاز مزوداً بعدسة تحليلية فإن الثابت الإضافى ك = صفر ، ومن ثم تكون المسافة الأفقية :

$$ف = ث \times هـ \times \text{جتا} ن$$

مثال :

تم قياس البعد الأفقى بين النقطتين أ ، ب تاكيومترياً فكانت قراءة الشعرات ٣,٤٥ - ٣,٠٠ - ٢,٥٥ ، وكان الثابت التاكيومترى ١٠٠ ، والثابت الإضافى ٣٠ سم ، وكانت زاوية الإرتفاع عن الوضع الأفقى ١٥' ٢٥" . إحسب المسافة الأفقية بين النقطتين أ ، ب...

الحل :

$$هـ = ٣,٤٥ - ٢,٥٥ = ٠,٩٠ \text{ سم}$$

$$ث = ١٠٠$$

$$ك = ٠,٣$$

$$ن = ٢٥' ١٥''$$

$$ف = ث \times هـ \times جتا ن + ك \times جتا ن$$

$$ف = ١٠٠ \times ٠,٩٠ \times جتا ٢٥' ١٥'' + ٠,٣ \times جتا ٢٥' ١٥''$$

$$= (٠,٩٠٤٤ \times ٠,٣) + (٠,٨١٨٠ \times ٠,٩٠ \times ١٠٠) =$$

$$٠,٢٧١ + ٧٣,٦٢ =$$

$$= ٧٣,٨٩١ \text{ متراً}$$

∴ المسافة الأفقية بين أ ، ب = ٧٣,٨٩١ متراً (شكل رقم ١٣٧ - ب)

مثال :

عند قياس البعد أ ب وضع جهاز التاكيومتر في نقطة جـ على إمتداد الخط
الواصل بين نقطة أ ونقطة ب . ورصدت القامة عند نقطة أ فكانت قراءات
الشعرات كالآتي ٤,٦٥ - ٣,١٤ - ١,٦٣ وكانت زاوية الإنخفاض
٣٠' ٨'' ، وعند الرصد على القامة عند نقطة ب كانت قراءات الشعرات
كالآتي ٣,٢٤ - ٣,٠١ - ٢,٧٨ . وزاوية الإرتفاع ٢٠' ١٥'' . إحسب
المسافة بين أ ، ب إذا علمت أن الثابت التاكيومترى للجهاز ١٠٠ ، والجهاز
مزود بعدسة تحليلية .

الحل :

الجهاز مزود بعدسة تحليلية ∴ الثابت الإضافى ك = صفر .

١ - الوضع بين النقطتين أ ، جـ :

$$ث = ١٠٠$$

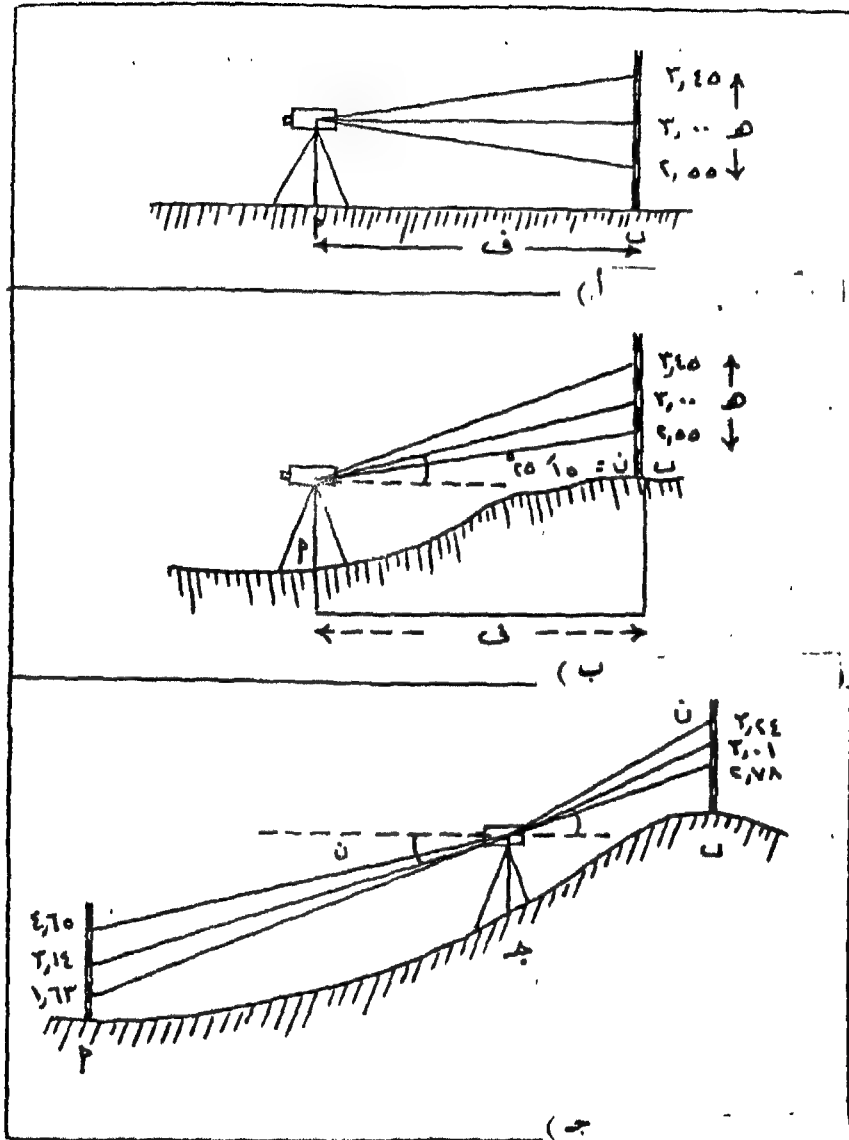
$$هـ = ٤,٦٥ - ١,٦٣ = ٣,٠٢ \text{ متراً}$$

$$ك = \text{صفر}$$

$$N = 30' 8''$$

$$F = \text{ث} \times \text{هـ} \times \text{جتا}^2 \text{ن} + \text{ك} \text{جتا} \text{ن}$$

$$\text{ك} = \text{صفر}$$



(شكل رقم ١٣٧)

قياس المسافات بطريقة شعري الاستاديا

$$\begin{aligned} \therefore \text{ف} &= \text{ث} \times \text{هـ} \times \text{جتا}^{\circ} \text{ن} \\ \text{ف} &= 100 \times 3,02 \times \text{جتا}^{\circ} 30' 8'' \\ \text{ف} &= 0,9781 \times 3,02 \times 100 \\ \text{ف} &= 295,40 \text{ متراً} \\ \therefore \text{المسافة الأفقية أ ج} &= 295,40 \text{ متراً} \end{aligned}$$

٢ — الوضع بين النقطتين ب ، ج :

$$\begin{aligned} \text{ث} &= 100 \\ \text{هـ} &= 3,24 - 2,78 = 0,46 \text{ متراً} \\ \text{ن} &= 20' 15'' \\ \text{ف} &= \text{ث} \times \text{هـ} \times \text{جتا}^{\circ} \text{ن} \\ \text{ف} &= 100 \times 0,46 \times \text{جتا}^{\circ} 20' 15'' \\ \text{ف} &= 0,9300 \times 0,46 \times 100 \\ \text{ف} &= 42,783 \text{ متراً} \\ \therefore \text{المسافة الأفقية ب ج} &= 42,783 \text{ متراً} \\ \text{المسافة الأفقية أ ب} &= \text{أ ج} + \text{ب ج} \\ &= 295,40 + 42,783 \\ &= 338,183 \text{ متراً} \end{aligned}$$

ثانياً : طريقة قوانين حساب المثلثات

توظف قوانين الظلال في حساب المثلثات في قياس المسافات بطريقة غير مباشرة . وتجرى عملية القياس باستخدام جهاز تاكيومتر أو جهاز تيودوليت وقامة ، وتقاس زاويتان من زوايا الارتفاع أو من زوايا الانخفاض بين موضع الجهاز وبين موضع القامة وتسجل قراءة الشعرة الوسطى من شعرات حامل الشعرات عند كل زاوية . وتتبع الطرق الرياضية البسيطة الآتية لحساب المسافات الأفقية :

١ - في الوضع الأفقى :

- يتم التمرکز بجهاز التاكيمتر أو التيودوليت مسامتاً تماماً لإحدى النقطتين المطلوب حساب المسافة بينهما .
- توضع قامة متر رأسية تماماً عند النقطة الثانية . . .
- يتم التوجيه ورصد القامة متر وتسجيل قراءة الشعرة الوسطى في الوضع الأفقى ، ثم ترصد القامة متر بزاوية إرتفاع أو زاوية إنخفاض وترصد قراءة الشعرة الوسطى على القامة متر .
- تحسب المسافة الأفقية من العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :

$$ف = \frac{هـ}{ظا ن}$$

حيث :

- ف = المسافة الأفقية .
- هـ = قراءة الشعرة الوسطى مع زاوية الإرتفاع - قراءة الشعرة الوسطى في الوضع الأفقى .
- أو
- هـ = قراءة الشعرة الوسطى في الوضع الأفقى - قراءة الشعرة الوسطى مع زاوية الإنخفاض .
- ن = زاوية الإرتفاع أو زاوية الإنخفاض .

مثال :

لقياس البعد بين النقطتين أ ، ب وضع تاكيومتر مسامتاً للنقطة أ وأفقياً وضعت قامة متر رأسية عند النقطة ب فكانت قراءة الشعرة الوسطى على القامة في الوضع الأفقى ١,٢٣ متر ، ورصدت القامة متر بزاوية إرتفاع مقدارها ١٥ ' ١٠ . فكانت قراءة الشعرة الوسطى ٣,٦٦ متر . . . لحسب المسافة الأفقية بين النقطتين أ ، ب .

الحل :

قراءة الشعرة الوسطى في الوضع الأفقى = ١,٢٣ متراً .

قراءة الشعرة الوسطى في الوضع المائل = ٣,٦٦ متراً .

هـ = قراءة الشعرة الوسطى في الوضع المائل - قراءة الشعرة الوسطى في الوضع الأفقى

$$١,٢٣ - ٣,٦٦ =$$

$$٢,٤٣ \text{ متر} .$$

$$ن = ١٠' ١٥ +$$

$$\therefore ف = \frac{\text{هـ}}{\text{ظا ن}}$$

$$\therefore ف = \frac{٢,٤٣}{\text{ظا } ١٠' ١٥}$$

$$ف = \frac{٢,٤٣}{٠,١٨٠٨} = ١٣,٤٤ \text{ متراً} .$$

∴ المسافة الأفقية أ ب = ١٣,٣٣ متراً (شكل رقم ١٣٨ - أ)

٢ - في الوضع غير الأفقى :

أ - في حالة زوايتي إرتفاع أو إنخفاض :

يتم التمرکز بجهاز التاكيومتر أو التيودوليت مسامتاً لإحدى النقطتين المطلوب قياس البعد بينهما .

— توضع قامة متر رأسية فوق النقطة الثانية .

— ترصد القامة متر وتسجل زاوية الإرتفاع عن الأفقى ، وقراءة الشعرة الوسطى .

— ترصد القامة متر بزاوية إرتفاع جديدة عن الأفقى ، وقراءة الشعرة الوسطى أى يتم الرصد بزاويتين من زوايا الإرتفاع في حالة النقط المرتفعة ، أو أن يتم الرصد بزاويتين من زوايا الإنخفاض في حالة النقط المنخفضة .

— يتم حساب المسافة الأفقية بين النقطتين من العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :

$$ف = \frac{هـ}{\text{ظا س} - \text{ظا ص}}$$

حيث :

ف = المسافة الأفقية بين النقطتين .

هـ = الفرق بين قراءتي الشعرة الوسطى .

س = زاوية الإرتفاع أو الإنخفاض الثانية (الأكبر قيمة) .

ص = زاوية الإرتفاع أو الإنخفاض الأولى (الأصغر قيمة) .

مثال :

عند حساب المسافة أ ب وضع تاكيمتر عند النقطة أ ، وقامة متر عند النقطة ب . رصدت القامة متر بزاوية إرتفاع (أو إنخفاض) ° ٣٠ ' ٢٥ وكانت قراءة الشعرة الوسطى على القامة ٠,٢٥ متراً ، ورصدت القامة ثانية بزاوية إرتفاع (أو إنخفاض) ° ١٠ ' ٣٢ فكانت قراءة الشعرة الوسطى على القامة ٣,١٨ متراً . لحسب المسافة أ ب .

الحل :

$$هـ = ٣,١٨ - ٠,٢٥ = ٢,٩٣ \text{ متراً .}$$

$$س = \pm \text{ } ^\circ ٣٢ ' ١٠$$

$$ص = \pm \text{ } ^\circ ٢٥ ' ٣٠$$

$$\therefore ف = \frac{هـ}{\text{ظا س} - \text{ظا ص}}$$

$$\therefore ف = \frac{٢,٩٣}{\text{ظا } ^\circ ٣٢ ' ١٠ - \text{ظا } ^\circ ٢٥ ' ٣٠}$$

$$\therefore ف = \frac{٢,٩٣}{\frac{٠,٤٧٦٩ - ٠,٦٢٨٩}{٠,١٥٢}} = \frac{٢,٩٣ \cdot ٠,١٥٢}{٠,٤٧٦٩ - ٠,٦٢٨٩}$$

∴ ف = ١٩,٢٧٦ متراً .

∴ المسافة الأفقية أ ب = ١٩,٢٧٦ متراً (شكل رقم ١٣٨ — ب)

ب — في حالة زاوية إرتفاع وزاوية إنخفاض :

— يتم التمركز بجهاز التاكيومتر أو الشودوليت. مسامناً لإحدى النقطتين المطلوب قياس البعد بينهما .

— ترصد القامة متر وتسجل زاوية الإرتفاع عن الوضع الأفقى ، وقراءة الشعرة الوسطى على القامة .

— ترصد القامة متر وتسجل زاوية الإنخفاض عن الوضع الأفقى ، وقراءة الشعرة الوسطى على القامة .

— يتم حساب المسافة الأفقية بين النقطتين من العلاقة الرياضية البسيطة الآتية :

$$ف = \frac{هـ}{ظا س + ظا ص}$$

حيث :

ف = المسافة الأفقية بين النقطتين .

هـ = الفرق بين قراءتى الشعرة الوسطى .

س = زاوية الإرتفاع .

ص = زاوية الإنخفاض .

مثال :

عند قياس البعد أ ب تاكيومترياً وضع الجهاز مسامناً للنقطة أ ورصدت القامة متر عند نقطة ب بزاوية إرتفاع ١٠ ' ٥ ° ، وكانت قراءة الشعرة الوسطى ٣,١٠ متراً ، ورصدت القامة متر ثانية وزاوية إنخفاض ٢٥ ' ٢ ° وكانت قراءة الشعرة الوسطى ٠,٩٥ متراً . لحسب المسافة الأفقية بين كل من أ ، ب . . .

الحل :

$$م = ٣,١٠ - ٠,٩٥ = ٢,١٥ \text{ متراً .}$$

$$س = ١٠' ٥''$$

$$ص = ٢٥' ٢''$$

$$\therefore ف = \frac{م}{\text{ظا س} + \text{ظا ص}}$$

$$ف = \frac{٢,١٥}{\text{ظا } ١٠' ٥'' + \text{ظا } ٢٥' ٢''}$$

$$ف = \frac{٢,١٥}{٠,٠٤٢٢ + ٠,٠٩٠٤}$$

$$ف = \frac{٢,٢١٥}{٠,١٣٢٦} = ١٦,٢١ \text{ متراً}$$

∴ المسافة الأفقية بين أ ، ب = ١٦,٢١ متراً (شكل رقم ١٣٨ - ج)

مثال :

عند قياس البعد أ ب تاكيومترياً تم وضع جهاز التاكيومتر في نقطة جـ على امتداد الخط بين كل من أ ، ب .

عند الرصد على القامة متر عند النقطة أ تم رصد زاوية إرتفاع مقدارها ١٢' ١٠" ، وقراءة الشعرة الوسطى ١,٠٤ متراً ، وزاوية إرتفاع أخرى ٣٥' ٢٠" ، وقراءة الشعرة الوسطى ٣,٧٥ متراً .

وعند الرصد على القامة متر عند النقطة ب تم رصد زاوية إرتفاع مقدارها ٤٥' ١٠" ، وقراءة الشعرة الوسطى ٢,٣٣ متراً ، وزاوية إنخفاض ١٠' ٢٠" ، وقراءة الشعرة الوسطى ٠,٦٥ متراً .

لحسب البعد بين النقطتين أ ، ب .

الحل :

∴ الجهاز يقع على إمتداد الإتجاه بين النقطتين أ ، ب .

∴ البعد أ ب = البعد ج أ + البعد ج ب

أولاً : البعد ج أ :

$$هـ = ٣,٧٥ - ١,١٠٤ = ٢,٧١ \text{ متراً .}$$

$$س = ٢' ٣٥''$$

$$ص = ١' ١٢''$$

$$ف = \frac{هـ}{\text{ظا س} - \text{ظا ص}}$$

$$\therefore = \frac{٢,٧١}{\text{ظا } ٢' ٣٥'' - \text{ظا } ١' ١٢''}$$

$$ف = \frac{٢,٧١}{٠,٠٢٠٩ - ٠,٠٤٥١}$$

$$ف = \frac{٢,٧١}{٠,٠٢٤٢} = ١١١,٩٨ \text{ متراً}$$

∴ المسافة الأفقية ج أ = ١١١,٩٨ متراً

ثانياً : البعد ج ب :

$$هـ = ٢,٣٣ - ٠,٦٥ = ١,٦٨ \text{ متراً}$$

$$س = ١' ٤٥''$$

$$ص = ٢' ١٠''$$

$$ف = \frac{هـ}{\text{ظا س} + \text{ظا ص}}$$

$$ف = \frac{١,٦٨}{\text{ظا } ١' ٤٥'' + \text{ظا } ٢' ١٠''}$$

$$\frac{1,68}{0,0378 + 0,0305} = \text{ف}$$

$$\text{ف} = \frac{1,68}{0,0603} = 27,86 \text{ متراً}$$

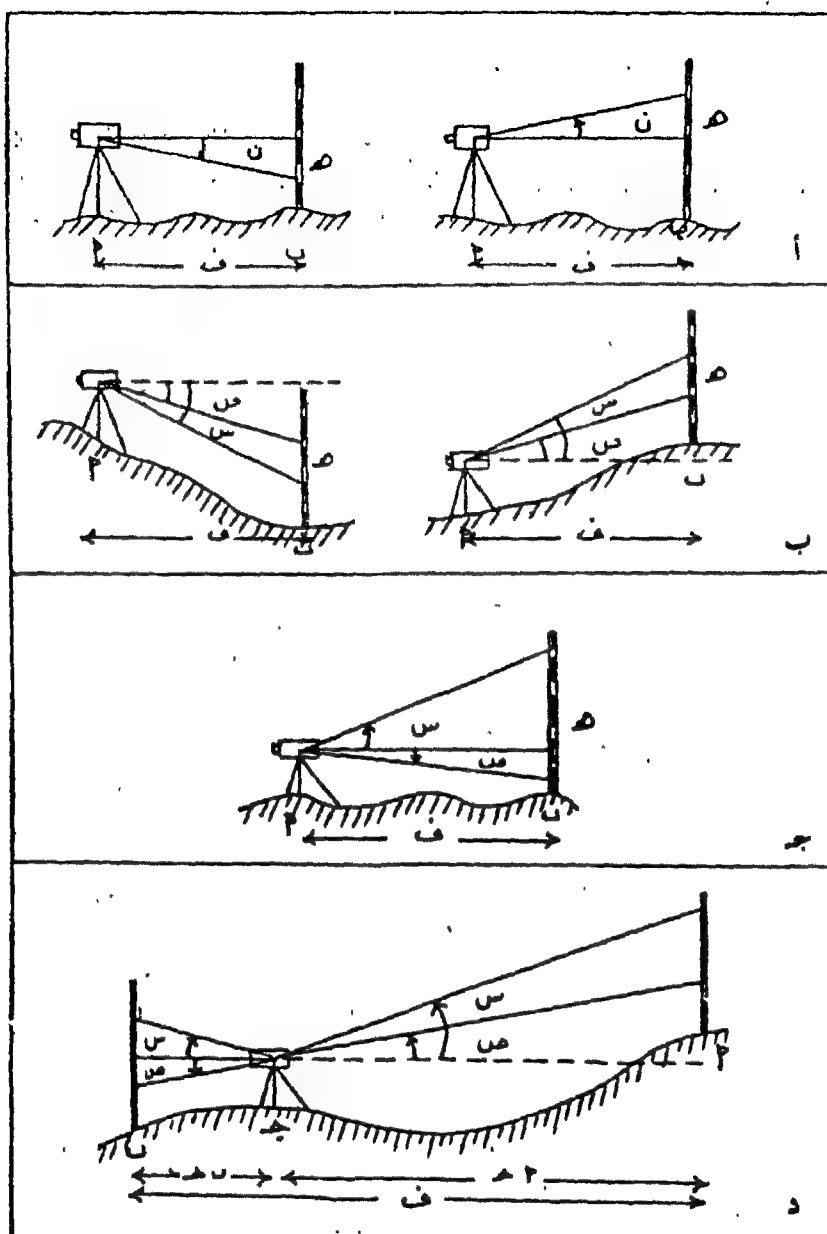
∴ المسافة الأفقية جـ ب = 27,86 متراً

∴ المسافة الأفقية أ ب = جـ أ + جـ ب

$$27,86 + 111,98 =$$

$$= 139,84 \text{ متراً}$$

(شكل رقم ١٢٨ — د)



(شكل رقم ١٣٨)
قياس الأبعاد بطريقة قانون ظل الزاوية

ثالثاً : جهاز قياس المسافات التيليتوب

يستخدم جهاز التيليتوب في إيجاد المسافات على الطبيعة بطريقة مباشرة وتعتمد فكرة عمل الجهاز على طريقة حساب المثلثات . ويتميز جهاز التيليتوب بسهولة الإستخدام ، وإن كان يقلل من العمليات الحسابية بعد عملية الرصد إلا أنه يعيبه قياس المسافات على المائل ، ومن ثم يلزم عملية تصحيح القياسات المائلة للحصول على المسافات الأفقية .

تركيب جهاز التيليتوب :

- ١ — ذراع على شكل متوازي مستطيلات بطول ٣٠ سنتيمتراً مقسمة إلى ٣٠٠ ملليمترًا مثبتة داخل علبة المناشير الزجاجية التي تنعكس خلالها الأشعة .
- ٢ — ينزلق على الذراع علبة بداخلها منشور زجاجي تتحرك على الذراع أفقياً .
- ٣ — الجهاز مزود بمظمار تليسكوبى يتصل بعلبة المناشير الزجاجية التي تسمح لأشعة النظر أن تنعكس بداخلها لرصد الهدف المساحى .
- ٤ — منشور زجاجى متصل بعلبة المناشير الزجاجية معلوم ظل زاوية إنكسار الأشعة التى تمر من خلاله . يتناسب ظل المنشور الزجاجى هذا مع المسافة التى يمكن قياسها بإستخدام الجهاز ، ويمكن إستبداله بغيره تبعاً للمسافة المطلوب قياسها .
- ٥ — قرص رأسى مدزج لتقدير زوايا الإرتفاع أو الإخفاض عند الرصد على الأهداف المساحية لتقدير زاوية الميل التى على أساسها يتم تعديل المسافات المقاسة بإستخدام جهاز التيليتوب .
- ٦ — بوصلة منشورية مثبتة على علبة المناشير لقياس الانحرافات المغناطيسية للأضلاع المقاس أطوالها .
- ٧ — مقبض خشبى لتحريك الجهاز حركة رأسية حول محور القرص الرأسى المدرج للرصد على الأهداف التى تميل عن المستوى الأفقى .

- ٨ — ميزان تسوية لضبط أفقية الجهاز عند الرصد في الوضع الأفقى .
- ٩ — حامل ثلاثي الأرجل لتثبيت الجهاز عند الرصد ، وخيط شاغول لإجراء عملية التسامت فوق المنطقة التى يتمركز فوقها الجهاز لبدء عملية قياس المسافات .
- ١٠ — جهاز التيليتوب مزود بعدد من المناشير لكل منها قدرة تبعاً لقيمة ظل زاوية إنكسار الأشعة التى تمر خلال كل منها تتناسب مع المسافات المطلوب قياسها وموضح على كل منها ظل زاويته والمدى الذى يقيس إليه ، وعددها أربعة مناشير إلى جانب المنشور المثبت بعلبة المناشير بجهاز التيليتوب وظل كل منها ومداه موضح بالجدول الآتى :

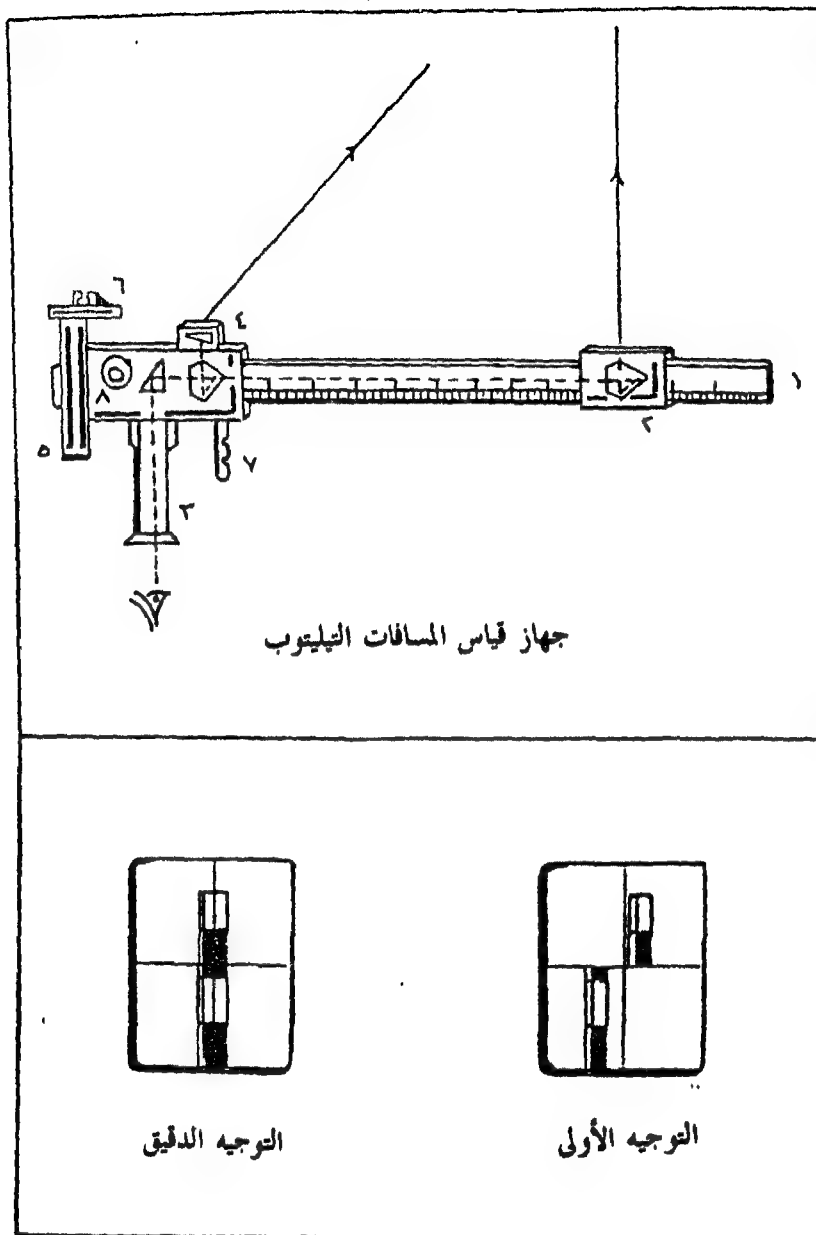
ظل زاوية إنكسار الأشعة	مدى القدرة على القياس	الخطأ المحتمل %
١ : ١٠٠	٣٠ متراً فأقصر	٢,٠ %
١ : ٢٥٠	٧٥ متراً فأقصر	٣,٠ %
١ : ٥٠٠	١٥٠ متراً فأقصر	٥,٠ %
١ : ١٠٠٠	٢٠٠ متراً فأقصر	١٠,٠ %
١ : ٢٠٠٠	٥٠٠ متراً فأقصر	٣٠,٠ %

ويتضح من الجدول أن مدى القياس بجهاز التيليتوب لا يتجاوز ٥٠٠ متراً، ومن ثم فإن جهاز التيليتوب يصلح لقياس المسافات حتى نصف كيلومتر وكلما كانت المسافات قصيرة كلما قلت نسبة الخطأ المحتمل في طول الخط المقاس .

طريقة قياس المسافات بجهاز التيليتوب :

- يحدد طرف الخط المطلوب قياسه بعلامة مساحية (شاخص) .
- تحدد المسافة التقريبية للخط ، ثم يثبت المنشور الذى يتناسب ظل إنكسار الأشعة خلاله في مكانه فوق علبة المناشير بجهاز التيليتوب .

- يتم التمرکز بجهاز التيليتوب بحامله ذو الثلاث شعب مسامتاً للنقطة المحددة لبداية الخط ، وتضبط أفقيته بواسطة ميزان التسوية مع قراءة الزاوية على القرص الرأسى لتأكيد الأفقية .
 - يتم التوجيه إلى الشاخص المثبت عند نهاية الخط المطلوب قياس طولهِ توجيهاً أولياً ، فتظهر للشاخص صورتان غير متكاملتان .
 - يتم التوجيه الدقيق بتحريك المنشور المنزلق على ذراع جهاز التيليتوب حتى تظهر صورتا الشاخص يكمل بعضها البعض .
 - يقرأ التدرج المحدد على المسطرة فيما بين علبة المناشير وبين الموضع الجديد للمنشور المنزلق فتكون هى المسافة المائلة بين موضع جهاز التيليتوب وبين الشاخص ، أى المسافة المطلوب قياسها فى الوضع المائل .
 - تقرأ زاوية ميل الجهاز على القرص الرأسى .
 - تعدل المسافة المقاسة فى الوضع المائل إلى المسافة الأفقية المناظرة بإستخدام العلاقة الرياضية البسيطة :
- المسافة الأفقية = المسافة المقاسة فى الوضع المائل \times جتا زاوية الميل .
- (شكل رقم ١٣٩٠)



(شكل رقم ١٣٩)
جهاز قياس الأبعاد التليوتوب

الفصل السادس الميزانية

خامساً : الميزانسية

تعتبر الميزانية اسلوباً من أساليب العمل المساحى الذى يتم بقياس البعد الثالث أى إرتفاع وإنخفاض الظواهر الجغرافية عن بعضها البعض ، أو نسبة لمستوى مقارنة ثابت هو متوسط منسوب سطح البحر . ويقصد بمنسوب النقطة البعد الرأسى بين هذه النقطة وبين مستوى المقارنة .

أدوات إجراء الميزانية :

أولاً : جهاز الميزان :

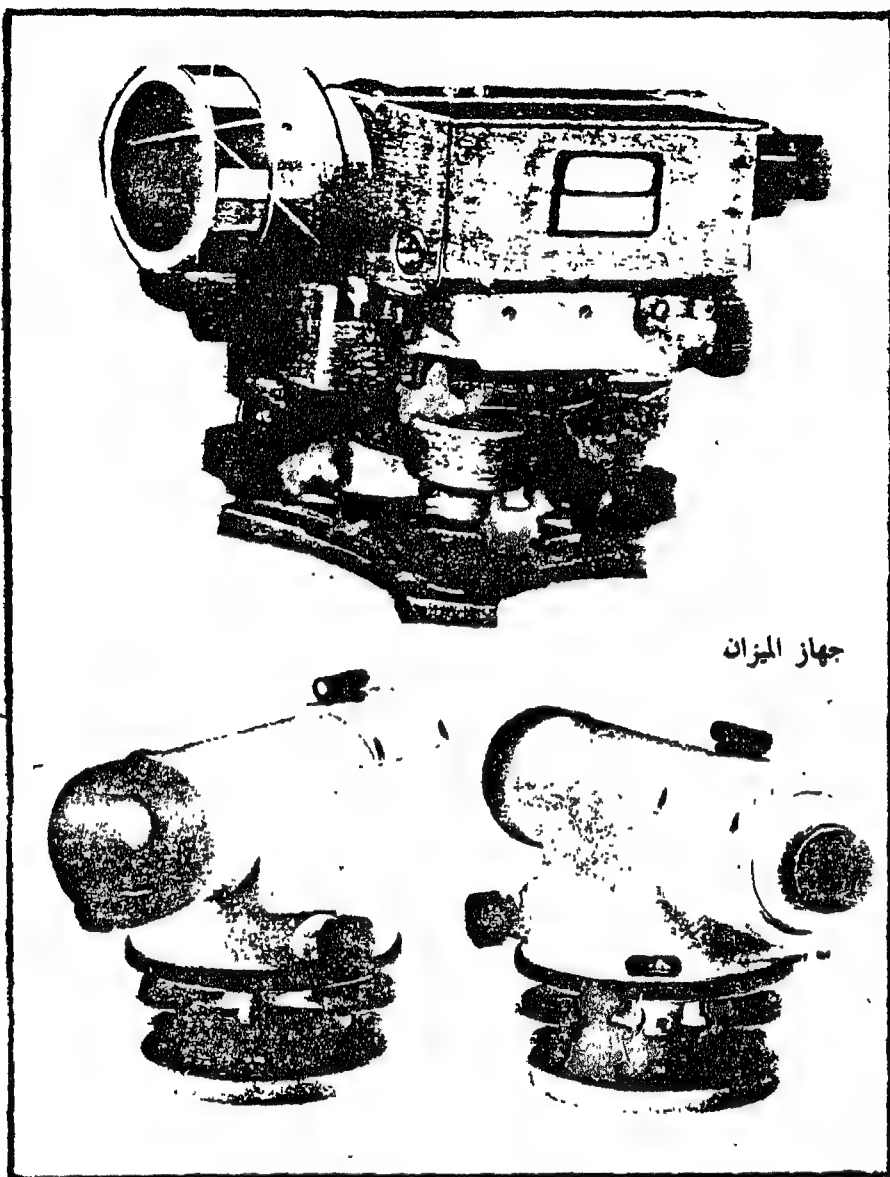
جهاز الميزان هو جهاز يمكن من الحصول على مستوى أفقى موازى تماماً لمستوى المقارنة . وبه منظار مزود بأدوات للتوجيه الخافى وأخرى للتوجيه الدقيق الداخلى بواسطة حامل الشعرات ، والجهاز فى أبسط صورة يثبت على قاعدة تضم مساميراً للتسوية وعدداً من موازين ضبط التسوية الدائرية والطولية لضمان الحصول على مستوى أفقى تماماً . وأجهزة الميزان مجهزة للحركة الأفقية فقط ، السريعة للتوجيه الأولى ، والبطيئة للتوجيه الدقيق .

وتزود أجهزة الميزان بقرص أفقى مدرج إلى ٣٦٠ درجة وأقسامها يفيد فى قياس الزوايا الأفقية بدقة تصل إلى ٢٠ دقيقة أحياناً ، وذلك كإضافة للجهاز قد تكون ضرورية عند الرفع المساحى . (شكل رقم ١٤٠) .

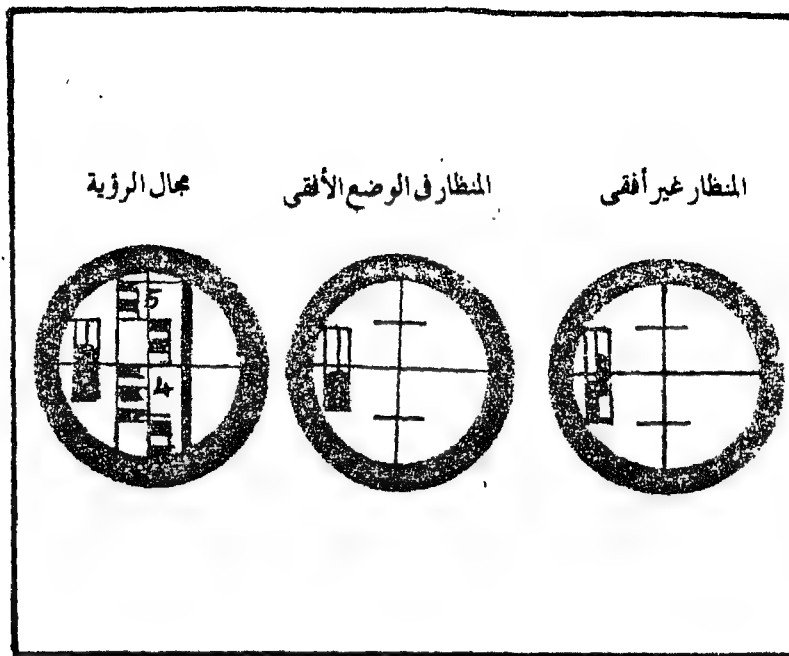
ويتركب الميزان فى أبسط صورة من :

أ — منظار تلسكوبى مزود بعدسات للتكبير مما يمكن من الرصد على مسافات طويلة . ويتحرك المنظار فوق القاعدة حركة أفقية دائرية على قوس مدرج تدريجياً بسيطاً للزوايا درجات وأنصاف الدرجات . ويتحكم فى حركة المنظار مسمار للحركة السريعة ، يعتمد عليه مسمار آخر للحركة البطيئة .

ب — المنظار مزود بعدد من العدسات الداخلية يتحكم فيها مسمار التطبيق المركب فى قصبة المنظار ، يستخدم فى توضيح صورة القامة متر عند الرصد عليها .



(شكل رقم ١٤٠)
جهاز الميزان



(شكل رقم ١٤١)
حامل الشعرات وميزان التسوية الداخلي

ج — المنظار مزود بعدسة عينية أمامها داخل المنظار حامل الشعرات الذي يستخدم في التوجيه بدقة على القامة بحيث تقطع الشعرة الرأسية القامة رأسياً ، على حين تقطع الشعرة الوسطى القامة أفقياً لتحديد قراءة القامة عند هذه النقطة .

وعلى حامل الشعرات شعرتين أفقيتين قصيرتين هما شعرتي الاستاديا ، وهما الشعرة العليا والشعرة السفلى ، وتستخدمان في التأكيد من أن القامة متر مثبتة فوق النقطة في وضع رأسي تماماً .
(شكل رقم ١٤١) .

د — المنظار مزود بميزان تسوية داخلي لضبط أفقية خط النظر ، ويتم ضبط أفقية ميزان التسوية الداخلي بواسطة مسمار خاص بحيث تظهر صورة

قاعدة الميزان وقد إنطبقت فوق بعضها البعض مكونة قوساً كاملاً .
(شكل رقم ١٩٠) .

هـ — قاعدة الميزان وبها ميزان دائرى للتسوية ، ومزودة بثلاثة مسامير للتسوية .

و — حامل ثلاثى له شعب ثلاثة منزقة .

ثانياً : القامة متر :

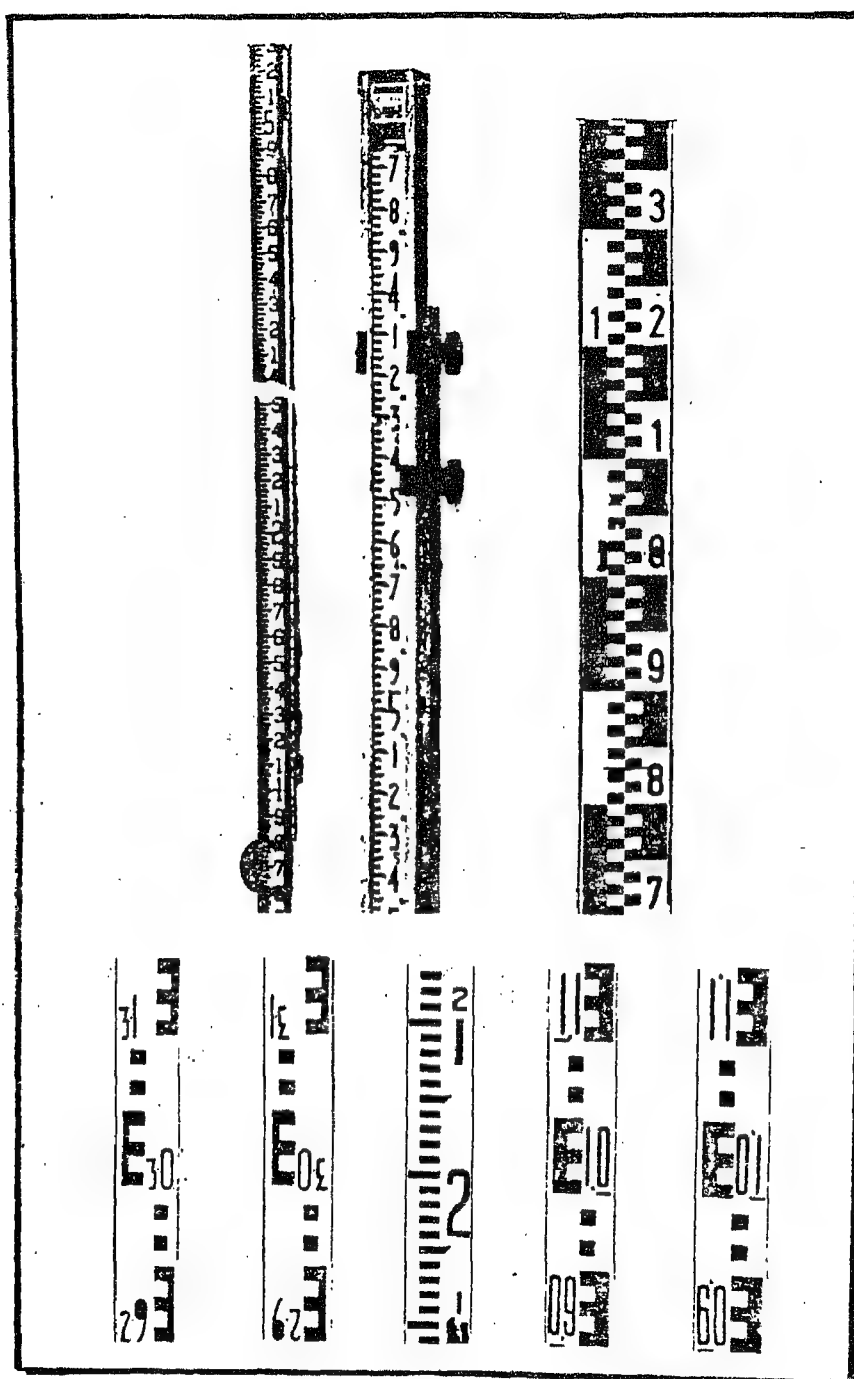
القامة عبارة عن مسطرة مصنعة من الخشب أو الألومنيوم بأطوال مختلفة ، والمتعارف عليه هو ٤ أمتار . والقامة مدرجة إلى وحدات القياس الطولى السنتيمترات والديسيمترات والأمتار .

والقامة المعتادة مقسمة إلى أربعة أقسام رئيسية كل منها بطول متر واحد ، كل متر مقسم إلى عشرة أقسام كل قسم منها بطول ١٠ ديسيمتر واحد ، كل ديسيمتر مقسم إلى عشرة أقسام كل منها بطول فدره سنتيمتر .

وتظهر السنتيمترات على القامة س شكل مستطيلات باللونين الأبيض والأحمر تتبادل مواقعها كل خمس سنتيمترات لتيسير عملية القراءة على القامة يتكرر ذلك فى كل ديسيمتر واحد . وتظهر الديسيمترات مرقمة فى المتر الأول بأرقام من صفر إلى ٩ فى كل متر من أمتار القامة ، على حين تظهر الأمتار المقطوعة من القامة على شكل دائرة سوداء مطموسة تميز كل ديسيمتر فى المتر الثانى ، ودائرتين تميز كل ديسيمتر فى المتر الثالث ، وثلاث دوائر تميز كل ديسيمتر فى المتر الرابع . (شكل رقم ١٤٢) .

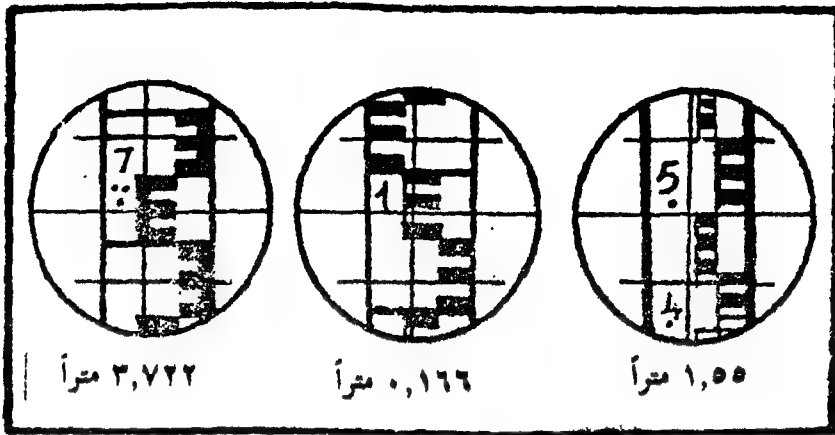
قراءة القامة :

يتم قراءة التدرج المدون على القامة فى موضع تقاطع الشعرة الوسطى لحامل الشعرات فى الميزان الذى يوضح الجزء المقطوع من القامة ، وتكون القراءة بتحديد الأمتار المقطوعة من واقع عدد الدوائر المطموسة السوداء ، ثم يقرأ الرقم الذى يدل على الديسيمتر ، ثم تحدد المستطيلات التى تدل على عدد السنتيمترات الصحيحة . ويتم تقدير الجزء السنتيمتر بمعرفة الراصد . (شكل رقم ١٤٣) .



(شكل رقم ١٤٢)

بعض أنواع القامة متر



(شكل رقم ١٤٣)

قراءة القامة متر

وتتنوع القامات ما بين القامة المطوية والنلسكوية أو المنزقة وجميعها تتفق في أسلوب التدرج ، وتختلف في الشكل ، بما يسهل عملية نقلها وحفظها . فالقامة المطوية عبارة عن قسمين كل منهما بطول ٢ متر وتطوى فوق بعضها البعض في حالة عدم الاستخدام ، والقامة المنزقة عبارة عن أقسام تنزلق داخل بعضها البعض .

طرق إجراء الميزانية

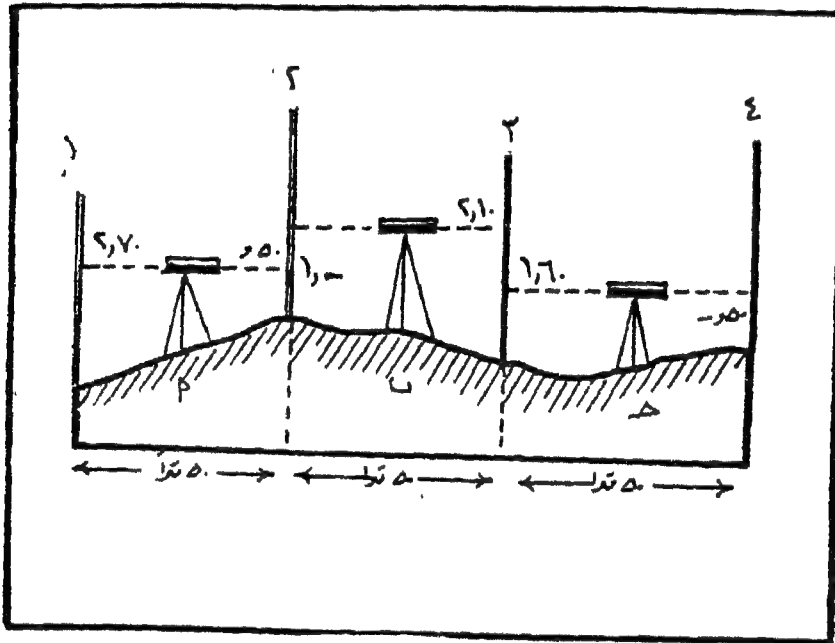
أولاً : الميزانية الطولية :

تستخدم هذه الطريقة لإيجاد مناسب النقط على امتداد محاور الظواهر التي تمتد امتداداً طويلاً مثل المجارى النهرية والطرق . ويتم إجراء الميزانية بتحديد نقط على طول امتداد محاور الظاهرة على مسافات متساوية يرسم لها كروكي وترقم أو تميز بحروف الهجاء ، ويعد في دفتر الحقل جدول ميزانية مقسم على النحو الآتي :

المسافة	المنسوب	طريقة العمل الحسابي	القراءات			رقم النقطة
			مقدمة	متوسطة	مؤخرة	

١ - العمل المساحي :

قبل بدء العمل المساحي يقوم الجغرافي بمراجعة الأجهزة اللازمة لإجراء الميزانية (الميزان - القامة) والتأكد من صلاحيتها قبل الانتقال إلى الحقل .
ولإجراء الميزانية الطولية تتبع الخطوات الآتية :



(شكل رقم ١٤٤)

الميزانية الطولية الدقيقة

١ - يبدأ الجغرافي في وضع جهاز الميزان في موقع فيما بين أول نقطة من نقط الميزانية وبين النقطة الثانية ويفضل أن تكون نقطة موضع الجهاز في موقع متوسط مثل النقطة أ .

- ١ — يتم ضبط أفقية الجهاز خارجياً باستخدام مسامير ضبط الأفقية وميزان التسوية الدائري الملحق بقاعدة الجهاز .
- ٣ — يقف المساعد عند أول نقطة ولتكن النقطة (١) ويضع القامة في وضع قائم تماماً .
- ٤ — يقوم الجغرافى بالتوجيه نحو القامة الموجودة عند النقطة رقم (١) باستخدام مسمار الحركة السريعة ثم يضبط الشعرة الرأسية بحيث تتوسط القامة باستخدام مسمار الحركة البطيئة .
- ٥ — بعد توضيح الصورة وقبل القراءة على القامة مباشرة يتم ضبط ميزان التسوية الداخلى بحيث تظهر فقاعة الميزان على شكل نصف دائرة .
- ٦ — يقرأ الجغرافى قراءة القامة ويسجلها فى جدول الميزانية فى دفتر الحقل فى خانة المؤخرات أمام النقطة رقم ١ .
- ٧ — ينتقل المساعد بالقامة إلى النقطة رقم ٢ . مع ثبات الجهاز فى موقعه ويضع القامة فوقها رأسية تماماً
- ٨ — يقوم الجغرافى بتوجيه منظار ميزان نحو القامة وقبل قراءة القامة يعيد ضبط ميزان التسوية الداخلى ثم يقرأ قراءة القامة ويسجلها فى جدول الميزانية أمام النقطة رقم ٢ فى خانة المقدمات .
- ٩ — بهذه الخطوة تنتهى الميزانية البسيطة ، ويمكن معرفة فرق المنسوب بين النقطة ١ وبين النقطة ٢ . ولإستمرار العمل ورفع مناسيب بقية النقاط تجرى ميزانية جديدة بوضع جديد للميزان . ولأن العمل متصل فيتم ربط الميزانية الأولى بالميزانية الثانية بالرصد ثانية من الوضع الجديد على نقطة نهاية الميزانية الأولى ومن ثم تعرف الميزانية فى هذه الحالة بالميزانية المتسلسلة .
- ١٠ — ينقل الجهاز إلى موضعه الجديد ب فى موقع متوسط بين النقطة ٢ والنقطة ٣ وتضبط أفقيته .
- ١١ — يظل المساعد فى موقعه عند النقطة رقم ٢ ويدير وجه القامة فقط فى إتجاه الميزان .
- ١٢ — يقوم الجغرافى بضبط التسوية الداخلية وقراءة القامة عند النقطة رقم ٢

وتسجيلها أمام النقطة رقم ٢ في خانة المؤخرات على سطر واحد مع القراءة السابقة التي سجلها عند هذه النقطة في خانة المقدمات .

وتعرف هذه النقطة رقم ٢ بنقطة الدوران ويدون ذلك في خانة الملاحظات أمام النقطة .

١٣ — ينتقل المساعد بالقامة ليقف بها رأسية تماماً فوق النقطة رقم ٣ ويقوم الجغرافي بالتوجيه عليها وضبط التسوية الداخلية وقراءة القامة وتسجيلها أمام النقطة رقم ٣ في خانة المقدمات .

١٤ — تكرر نفس الخطوات على طول إمتداد خط الميزانية الطولية حتى النقطة الأخيرة التي يكون تسجيلها في خانة المقدمات بالجدول .

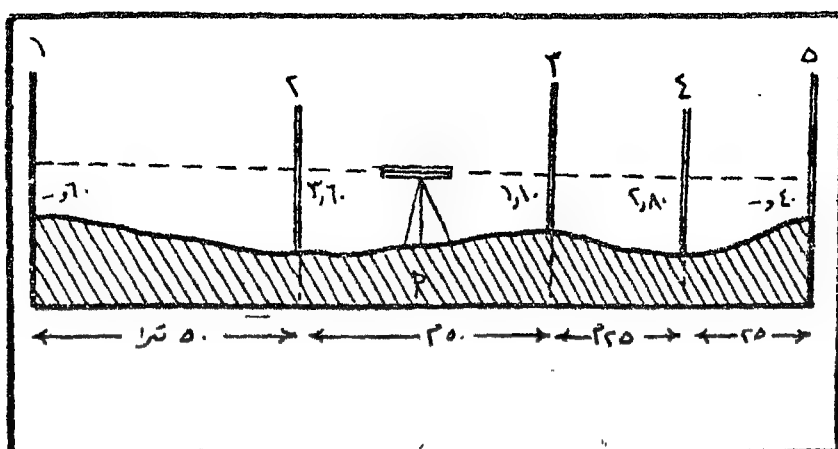
١٥ — ويلاحظ أن الميزانية بدأت بمؤخرة وانتهت بمقدمة سواء البسيطة منها أو المتسلسلة .

١٦ — ويصبح جدول الميزانية على الصورة الآتية :

رقم النقطة	القراءات			المنسوب	المسافة	ملاحظات
	مؤخرة	متوسطة	مقدمة			
١	٢,٧٠		٠,٠٠		٠	بداية الميزانية
٢	١,٠٠		٠,٥٠		٥٠	نقطة دوران
٣	١,٦٠		٢,١٠		١٠٠	نقطة دوران
٤	٠,٠٠		٠,٥٠		١٥٠	نهاية الميزانية

لإجراء الميزانية بالصورة السابقة يجعلها ميزانية دقيقة جميع أرسادها تمت .
طريق المؤخرات والمقدمات . (شكل رقم ١٤٤) .

ويمكن أن تجرى الميزانية بحيث يتم قراءة القامة على عدد من النقط بين نقطة البداية (المؤخرة) وبين نقطة نهايتها (المقدمة) من وضع واحد للميزان ، وتسجل قراءات القامة في هذه الحالة أمام النقط في خانة المتوسطات .



(شكل رقم ١٤٥)

الميزانية الطولية مع نقط المتوسطات

- أ - في الميزانية المتسلسلة تم وضع الميزان فوق النقطة أ وتم رصد القامة من هذا الوضع عند النقط (١) مؤخرة ، ٢ ، ٣ ، ٤ متوسطات والنقطة رقم ٥ مقدمة .
- ب - ويكون التسجيل في جدول أرصاد الميزانية على الصورة الآتية :

رقم النقطة	القراءات			المسافة	ملاحظات
	مؤخرة	متوسطة	مقدمة		
١	٠,٦٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠	
٢	٠,٠٠	٣,٦٠	٠,٠٠	٥٠	
٣	٠,٠٠	١,١٠	٠,٠٠	١٠٠	
٤	٠,٠٠	٢,٨٠	٠,٠٠	١٢٥	
٥	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٤٠	١٥٠	

٢ - العمل المكتبي .

يتم في العمل المكتبي التعامل مع الأرصاد الحقلية لقراءات القامة عند النقط المطلوب معرفة مناسبتها . ويلزم لذلك معرفة منسوب أى نقطة من نقط الميزانية .

— منسوب النقطة المعلومة :

حتى تصبح المناسبات التى نحصل عليها من عملية الميزانية موضحة لمقدار إرتفاع وإنخفاض النقط عن منسوب مستوى المقارنة فلا بد من إجراء ميزانية من النقطة المتفق عليها لتكون على منسوب صفر وهو متوسط منسوب سطح البحر . ويعنى ذلك أن كل عملية ميزانية تتطلب البدء من هذه النقطة ، ومن الواضح تكرر ذلك لما يتطلبه من جهد ووقت وتكلفة . ومن ثم تم الإتفاق على أن يبدأ العمل المساحى الأول من عند هذه النقطة ، وأن تحدد مجموعة من النقط التى حسبت مناسبتها تمثل نقط بدايات لأى عمل مساحى . وثبتت هذه النقط بعلامات مساحية تعرف بالروبيرات .

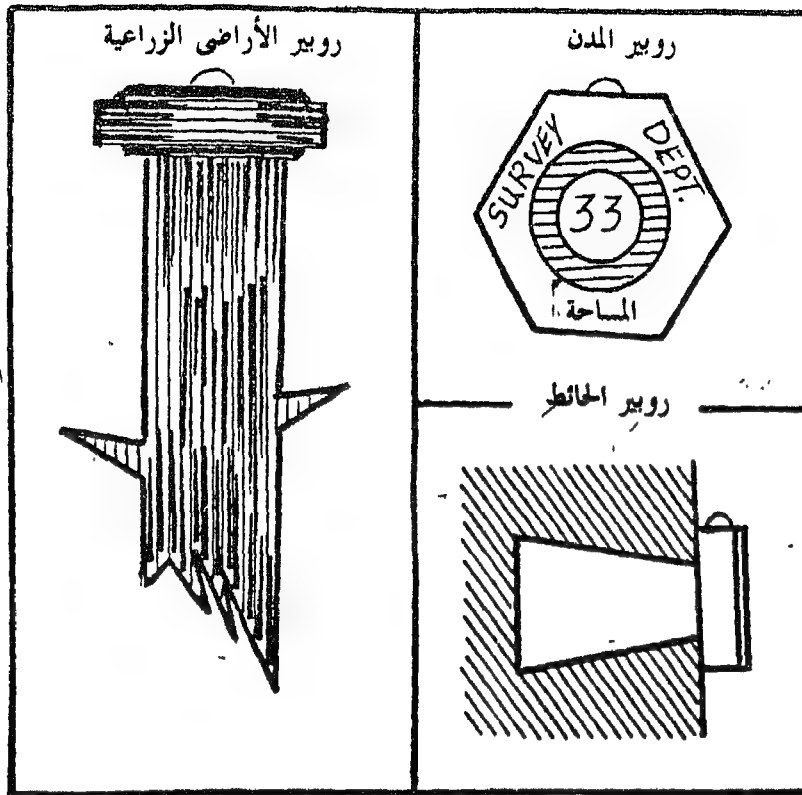
— علامات الروبير :

الروبير علامة مساحية تدل على موقع نقطة على سطح الأرض سبق حساب منسوبها ، وتمثل نقط بدايات لإجراء أى ميزانية جديدة . والروبير عبارة عن علامة من الحديد تثبت فى جدران المباني الثابتة فى المدن ، وتغرس فى الأرض فى الأراضى الزراعية ولكل منها رقم مسجل فى سجل يوضح موقع كل روبير ومنسوبه ورقمه . (شكل رقم ١٤٦) .

— بعد تحديد منسوب نقطة بداية الميزانية يتم حساب مناسبات بقية نقط الميزانية بإحدى الطرق الآتية :

أولاً : طريقة منسوب سطح الميزان :

يتم حساب مناسبات النقط بتحديد منسوب سطح الميزان فى كل وضع من أوضاع الميزان ليصبح مستوى مقارنة لجميع النقط التى تم رصد قراءات القامة



(شكل رقم ١٤٦)

أنواع الروبيرات

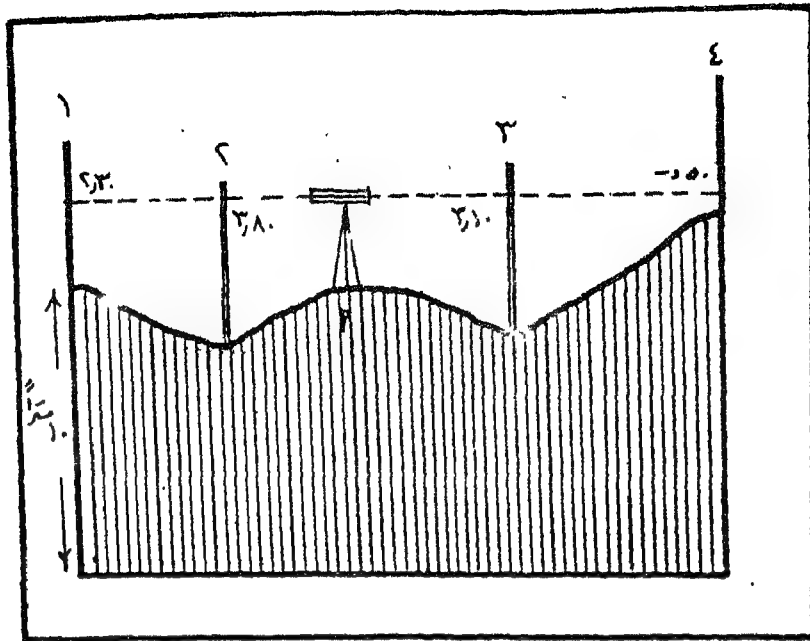
عندها ، إذ أن كل نقطة من هذه النقط تنخفض عن منسوب سطح الميزان بمقدار قراءة القامة . (شكل رقم ١٤٧) .

- ١ — منسوب سطح الميزان = قراءة المؤخرة + منسوب نقطة المؤخرة .
- ٢ — منسوب أى نقطة = منسوب سطح الميزان - القراءة عند هذه النقطة .

— منسوب سطح الميزان الموضوع أفقياً عند النقطة أ هو :

$$= \text{المنسوب المعلوم للنقطة رقم (١)} + \text{قراءة القامة عليها (المؤخرة)} .$$

$$= ١٠ + ٢,٣٠ = ١٢,٣٠ \text{ متراً}$$



(شكل رقم ١٤٧)

حساب المناسيب بطريقة منسوب سطح الميزان

— منسوب النقطة رقم (٢) هو :

$$\begin{aligned} &= \text{منسوب سطح الميزان} - \text{قراءة القامة عليها (متوسطة)} \\ &= 12,30 - 3,80 = 8,50 \text{ متراً} \end{aligned}$$

— منسوب النقطة رقم (٣) هو :

$$\begin{aligned} &= \text{منسوب سطح الميزان} - \text{قراءة القامة عليها (متوسطة)} \\ &= 12,30 - 3,10 = 9,20 \text{ متراً} \end{aligned}$$

— منسوب النقطة رقم (٤) هو :

$$\begin{aligned} &= \text{منسوب سطح الميزان} - \text{قراءة القامة عليها (مقدمة)} \\ &= 12,30 - 0,50 = 11,80 \text{ متراً} \end{aligned}$$

ويتكرر حساب منسوب سطح الميزان لكل وضع من أوضاع الميزان على حدة ومنه تحسب مناسيب النقط التي تم رصدها من هذا الوضع .

مثال :

الجدول الآتي يوضح أرصاد ميزانية طولية أجريت على محور طريق والمطلوب حساب مناسيب النقاط على طول محور الميزانية إذا كانت أول نقط الميزانية رويبراً منسوبه ١٢,١٥ متراً .

الرقم	القراءات			م . س . م	النسوب	المسافة	ملاحظات
	خ	م	ق				
١	٣,١٠			١٥,٢٥	١٢,١٥	صفر	رويبر
٢		٢,٣٠			١٢,٩٥	٢٥	
٣	١,١٥		١,٦٠	١٤,٨٠	١٣,٦٥	٥٠	نقطة دوران
٤		٢,٤٠			١٢,٤٠	٧٥	
٥		٣,٦٠			١١,٢٠	١٠٠	
٦	٢,٦٠		٢,٧٠	١٤,٧٠	١٢,١٠	١٢٥	نقطة دوران
٧		١,١٠			١٣,٦٠	١٥٠	
٨		١,٩٠			١٢,٨٠	١٧٥	
٩	٢,١٨		٣,١٥	١٣,٧٣	١١,٥٥	٢٠٠	نقطة دوران
١٠	٢,٨٢		١,١٠	١٥,٤٥	١٢,٦٣	٢٢٥	نقطة دوران
١١			٣,١١		١٢,٣٤	٢٥٠	

- ١ — بجمع قراءة المؤخرة على منسوب أول نقطة ينتج منسوب سطح الميزان للوضع الأول (١٥,٢٥) تطرح منه قراءة النقطة ٢ ، والنقطة ٣ فينتج منسوب النقطتين .
- ٢ — بجمع قراءة المؤخرة عند النقطة ٣ على منسوبها المحسوب ينتج منسوب سطح الميزان للوضع الثاني (١٤,٨٠) تطرح منه قراءات نقط الوضع الثاني وهي ٤ ، ٥ ، ٦ فينتج مناسيبها .

- ٣ - جمع قراءة المؤخرة عند النقطة ٦ على منسوبها المحسوب ينتج منسوب سطح الميزان للوضع الثالث (١٤,٧٠) تطرح منه قراءات نقط الوضع الثالث ٧ ، ٨ ، ٩ فينتج مناسيبها .
- ٤ - بجمع قراءة المؤخرة عند النقطة ٩ على منسوبها المحسوب ينتج منسوب سطح الميزان للوضع الرابع (١٣,٧٣) تطرح منه قراءات نقط الوضع الرابع وهى النقطة ١٠ فقط .
- ٥ - بجمع قراءة المؤخرة عند النقطة ١٠ على منسوبها المحسوب ينتج منسوب سطح الميزان للوضع الخامس (١٥,٤٥) يطرح منها قراءات نقط الوضع الخامس وهى النقطة ١١ فقط آخر نقط الميزانية (المقدمة) .

— وللتأكد من صحة العمل الحسابى والجمع والطرح يتم تحقيق العمل الحسابى من العلاقات :

$$١ - \text{عدد المؤخرات} = \text{عدد المقدمات}$$

$$٥ = ٥$$

٢ - مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات = منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة .

$$١١,٨٥ - ١١,٦٦ = ١٢,٣٤ - ١٢,١٥$$

$$٠,١٩ = ٠,١٩$$

وبذلك يكون العمل الحسابى صحيحاً .

ثانياً : طريقة الإرتفاع والإنخفاض :

ويتم فيها حساب مناسيب النقط بعد حساب مقدار إرتفاع أو إنخفاض كل نقطة عن النقطة التى تسبقها . ويدون ذلك فى خانة خاصة ، ثم تحسب المناسيب بإضافة الإرتفاعات وطرح الإنخفاضات . وتتميز هذه الطريقة رغم زيادة عبء العمل الحسابى إلا أن التحقيق الحسابى يدخل فى إعتباره كل نقط الميزانية ، على عكس طريقة سطح الميزان التى يتم التحقيق الحسابى على أساس المؤخرات والمقدمات فقط .

ويعم حساب المناسيب بإتباع الخطوات الآتية :

- ١ — يتم التعامل مع أرصاد الجدول لكل وضع من أوضاع الميزان على حدة أى من المؤخرة إلى المقدمة وما بينهما من متوسطات إن وجدت .
- ٢ — يتم مقارنة القراءة السابقة بالقراءة التالية ويكون الفرق بينهما إرتفاعاً إذا كانت القراءة التالية أصغر من القراءة السابقة ويكون الفرق بينهما إنخفاضاً إذا كانت القراءة التالية أكبر من القراءة السابقة .
- ٣ — فى المثال قراءات الوضع الأول على الترتيب ٣,١٠ — ٢,٣٠ — ١,٦٠. النقطة الثانية ترتفع عن أول نقطة لأنها أصغر منها بمقدار الفرق بينهما ٠,٨٠. تسجل فى خانة الإرتفاع — والنقطة الثالثة ترتفع عن النقطة الثانية بمقدار الفرق بينهما لأن قراءتها أقل أيضاً ٠,٧٠ وتسجل فى خانة الإرتفاع .
- ٤ — قراءات الوضع الثانى ١,١٥ — ٢,٤٠ — ٢,٧٠ — ٢,٩٠. النقطة الرابعة تنخفض عن النقطة الثالثة لأن قراءتها أكبر بمقدار الفرق بين القرائتين ١,٢٥ والنقطة الخامسة تنخفض عن النقطة الرابعة لأن قراءتها أكبر بمقدار الفرق بينهما ١,٢٠ على حين ترتفع النقطة السادسة بمقدار ٠,٩٠ عن النقطة الخامسة لأن قراءتها أصغر .
- ٥ — قراءات الوضع الثالث ٢,٦٠ — ١,١٠ — ١,٩٠ — ٣,١٥. النقطة السابعة ترتفع عن النقطة السادسة بمقدار الفرق بين قراءتيهما ١,٥٠ لأن قراءة النقطة السابعة أصغر ، والنقطة الثامنة تنخفض عن النقطة السابعة بمقدار الفرق بينهما ٠,٨٠. لأن قرائتها أكبر ، والنقطة التاسعة تنخفض عن النقطة الثامنة بمقدار ١,٢٥ لأن قراءتها أكبر من قراءة النقطة الثامنة .
- ٦ — قراءات الوضع الرابع من أوضاع الميزان ٢,١٨ — ١,١٠ — ١,١٠. النقطة العاشرة ترتفع عن النقطة التاسعة بمقدار ١,٠٨ لأن قراءة القامة عليها أصغر من القراءة فوق النقطة التاسعة .
- ٧ — قراءات الوضع الخامس من أوضاع الميزان ٢,٨٢ — ٣,١٦ — ٣,١٦. يتضح أن النقطة الحادية عشرة تنخفض بمقدار ٠,٢٩ عن النقطة العاشرة لأن القراءة عندها أكبر منها على النقطة العاشرة .

الرقم	القراءات			ارتفاع	إنخفاض	النسب	المسافة	ملاحظات
	خ	م	ق					
١	٣,١٠	-	-	-	-	١٢,١٥	صفر	روبير
٢	-	٢,٣٠	-	٠,٨٠	-	١٢,٩٥	٢٥	
٣	١,١٥	-	١,٦٠	٠,٧٠	-	١٣,٦٥	٥٠	نقطة دوران
٤	-	٢,٤٠	-	-	١,٢٥	١٢,٤٠	٧٥	
٥	٣,٦٠	-	-	-	١,٢٠	١١,٢٠	١٠٠	
٦	٢,٦٠	-	٢,٧٠	٠,٩٠	-	١٢,١٠	٢٥	نقطة دروان
٧	١,١٠	-	-	١,٥٠	-	١٣,٦٠	٦٥	
٨	١,٩٠	-	-	-	٠,٨٠	١٢,٨٠	١٧٥	
٩	٢,١٨	-	٣,١٥	-	١,٢٥	١١,٥٥	٢٠٠	نقطة دوران
١٠	٢,٨٢	-	١,١٠	١,٠٨	-	١٢,٦٣	٢٢٥	نقطة دروان
١١	-	-	٣,١١	-	٠,٢٩	١٢,٣٤	٢٥٠	

٨ — لما كان منسوب النقطة الأولى معلوماً (نقطة روبر) يتم حساب مناسيب النقط كالآتي :

— في حالة الارتفاع يضاف مقدار الارتفاع إلى منسوب النقطة السابقة لها .

— في حالة الإنخفاض يطرح مقدار الإنخفاض من منسوب النقطة السابقة لها .

وبذلك يتم حساب مناسيب جميع نقط الميزانية وتسجل في الجدول .

٩ — للتأكد من صحة الأعمال الحسابية من جمع وطرح يجب إجراء التحقيق الحسابي بالعلاقة الآتية :

١ — عدد المؤخرات = عدد المقدمات

٥ = ٥

٢ - يجب أن يكون نتائج العلاقات الآتية متساوية :

- أ - مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات
 ب - منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة
 ج - مجموع الارتفاعات - مجموع الانخفاضات

وفي المثال :

مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات	
١١,٨٥ - ١١,٦٦ = ٠,١٩	
منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة	
١٢,٣٤ - ١٢,١٥ = ٠,١٩	
مجموع الارتفاعات - مجموع الانخفاضات	
٤,٩٨ - ٤,٧٩ = ٠,١٩	

وبذلك ينتهى العمل الحسابى لالميزانية بطريقة الارتفاع والانخفاض..

٣ - رسم القطاع الطولى :

بعد إجراء الميزانية مساحياً فى الطبيعة وحساب مناسب النقاط بإحدى الطريقتين وتحقيق العمل الحسابى فى المكتب ، يتم رسم القطاع الطولى الذى يوضع شكل سطح الأرض إرتفاعاً وانخفاضاً منسوباً إلى مستوى المقارنة على طول محور الميزانية من بدايتها إلى نهايتها . مما يفيد فى الدراسات الجغرافية وفى الدراسات التى تسبق أعمال التصميم والتشييد للطرق أو شبكات الصرف أو الترع والمصارف أو خطوط أنابيب النفط وغيرها من الظواهر الجغرافية التى تمتد إمتداداً طولياً .

ويتم رسم القطاع الطولى من واقع الماسيب التى تم رفعها وحسابها بإستخدام الميزانية الطولية البسيطة منها أو التسلسلة .

ويستعمل لتوقيع رخط القطاع ورق الرسم المقسم إلى سنتيمترات ومليمترات لتسهيل عملية الرسم وتبعية العلاقات الآتية :

١ — يختار مقياساً للرسم لتوقيع البعد الأفقى بين نقطة بداية الميزانية ونقطة نهايتها طبقاً للمسافات بين نقط الميزانية التى تم قياسها فى الطبيعة عند التخطيط لإجراء الميزانية . ثم يرسم خطاً أفقياً يمثل مستوى المقارنة (المسافة على طول محور الميزانية فى المثال كانت ٢٥٠ متراً) ويتخذ مقياس للرسم ١ : ٢٠٠٠ يكون الطول المقابل على الرسم ١٢,٥ سم تقسم إلى مسافات متساوية تساوى المسافات بين نقط الميزانية كل ٢٥ متراً أى يكون طول القسم المقابل على الرسم تبعاً لمقياس الرسم المختار ١,٢٥ سم) وترقم تبعاً لتسلسل نقط الميزانية .

٢ — يتم اختيار مقياساً آخر للرسم لبيان البعد الثالث (الارتفاعات والانخفاضات) تبعاً لمنايب النقط التى تم حسابها فى جدول الميزانية — ومقياس الرسم الرئيسى هذا فيه قدر من المبالغة إذ يصعب بيان الأبعاد الرأسية بنفس مقياس رسم الأبعاد الأفقية لأن الإمتداد الأفقى على سطح الأرض يفوق أى ارتفاع وانخفاض موجود لأى ظاهرة جغرافية طبيعية أو بشرية على سطح الأرض . (أعلى منسوب حسب جدول الميزانية كان ١٣,٦٥ متراً باختيار مقياس ١ : ٢٠٠ يكون كل ١ سم على الرسم يقابل ٢ متراً فى الطبيعة إرتفاعاً أو إنخفاضاً) . يتم رسم عمودين من نهايتى الخط الأفقى الذى رسم يمثل مستوى المقارنة بطول ٧ سم ، ويقسم كلا منهما إلى أقسام كل ١ سم ويكتب أمام كل قسم مقابله فى الطبيعة لإبتداء من الصفر عند قاعدة العمود عند مستوى المقارنة .

٣ — عند كل نقطة على المحور الأفقى للقطاع يحدد بعداً رأسياً يتناسب فى طوله مع المنسوب المقابل لهذه النقطة من واقع جدول الميزانية ، ثم يتم توصيل نهايات هذه الأبعاد بخط منكسر بالمسطرة ليمثل القطاع الطولى المطلوب .

١٠,١٠ متر . إحسب في جدول ميزانية مناسب النقط بطريقة سطح الميران وطريقة الإرتفاع والإنخفاض مع تحقيق العمل الحسالى .

حساب المناسب :

١ — يصمم جدول أرصاد ميزانية وترتب القراءات بحيث تدون كل قراءة في موضعها الصحيح في الجدول ويتم ذلك بمراجعة القراءات والتي تبين أن كل قراءة بين قوسين هى لمقدمة أى ينتهى عندها وضع من أوضاع الميزان ليبدأ منها وضع جديد للميزان ومن ثم فإن القراءة التالية لها مباشرة هى قراءة للقائمة في نفس الموضع من وضع جديد للميزان أى مؤخرة .

وعلى ذلك تكون القراءات التى تدون في خانة المؤخرات هى القراءة الأولى بإعتبارها بداية العمل المساحى والقراءة الخامسة والقراءة التاسعة والقراءة الثالثة عشرة .

٢ — القراءات بين الأقواس مقدمات وهى القراءات الرابعة والثامنة والثانية عشرة بالإضافة إلى القراءة الأخيرة نهاية العمل المساحى .

٣ — بقية القراءات عبارة عن متوسطات لكل وضع من أوضاع الميزان . وبذلك يكون ترتيب القراءات في جدول الميزانية لكل وضع من أوضاع الميزان كالآتى :

— الوضع الأول :

٣,١٠ مؤخرة بداية الميزانية ٢,١٧ متوسطة —
٢,٥٤ متوسطة — ٢,١٠ مقدمة وتدون في الجدول بترتيب النقط وفى الخانات المخصصة لكل قراءة .

— الوضع الثانى :

٣,٤٨ مؤخرة وتدون على نفس السطر مع مقدمة الوضع الأول ويسجل في خانة الملاحظات أن هذه النقطة هى نقطة دوران —
٣,١٠ متوسطة — ٢,٩٥ متوسطة — ١,٣٥ مقدمة .

الرقم	القراءات			م. س. م.	النسوب	المسافة	ملاحظات
	خ	م	ق				
١	٣,١٠			١٣,٢٠	١٠,١٠	صفر	معلومة النسوب
٢		٢,١٧			١١,٠٣	٢٠	
٣		٢,٥٤			١٠,٦٦	٤٠	
٤	٣,٤٨		٢,١٠	١٤,٥٨	١١,١٠	٦٠	نقطة دوران
٥		٣,١٠			١١,٤٨	٨٠	
٦		٢,٩٥			١١,٦٣	١٠٠	
٧	٢,٤٤		١,٣٥	١٥,٦٧	١٣,٢٣	١٢٠	نقطة دوران
٨		٣,١٩			١٢,٤٨	١٤٠	
٩		٣,٤٥			١٢,٢٢	١٦٠	
١٠	٢,٦٥		٣,٠٠	١٥,٣٢	١٢,٦٧	١٨٠	نقطة دوران
١١		١,١٤			١٤,١٨	٢٠٠	
١٢			١,٥٢		١٣,٨٠	٢٢٠	
						متراً	

— الوضع الثالث :

٢,٤٤ مؤخرة تدون على سطر واحد مع مقدمة الوضع الثاني لأنها
نقطة دوران ٣,١٩ متوسطة — ٣,٤٥ متوسطة — ٣,٠٠ مقدمة .

— الوضع الرابع :

٢,٦٥ مؤخرة تسجل على نفس السطر مع مقدمة الوضع الثالث
لأنها نقطة دوران ٢,١٤ متوسطة — ١,٥٢ مقدمة ونهاية الميزانية
الطولية المتسلسلة .

٤ — يتم تسجيل النقط في الجدول في خانة القراءات وترقم النقط ويسجل
منسوب النقطة الأولى معلومة النسوب ١٠,١٠ متراً ويدون في خانة
الملاحظات أنها نقطة معلومة النسوب .

١٠,١٠ متر . لحسب في جدول ميزانية مناسب النقط بطريقة سطح الميزان وطريقة الإرتفاع والإنفخاض مع تحقيق العمل الحسالى .

حساب المناسب :

١ — يصمم جدول أرصاد ميزانية وترتب القراءات بحيث تدون كل قراءة في موضعها الصحيح في الجدول ويتم ذلك بمراجعة القراءات والتي تبين أن كل قراءة بين قوسين هي لمقدمة أى ينتهى عندها وضع من أوضاع الميزان ليبدأ منها وضع جديد للميزان ومن ثم فإن القراءة التالية لها مباشرة هي قراءة للقائمة في نفس الموضع من وضع جديد للميزان أى مؤخرة .

وعلى ذلك تكون القراءات التى تدون في خانة المؤخرات هي القراءة الأولى بإعتبارها بداية العمل المساحى والقراءة الخامسة والقراءة التاسعة والقراءة الثالثة عشرة .

٢ — القراءات بين الأقواس مقدمات وهي القراءات الرابعة والثامنة والثانية عشرة بالإضافة إلى القراءة الأخيرة نهاية العمل المساحى .

٣ — بقية القراءات عبارة عن متوسطات لكل وضع من أوضاع الميزان . وبذلك يكون ترتيب القراءات في جدول الميزانية لكل وضع من أوضاع الميزان كالتالى :

— الوضع الأول :

٣,١٠ مؤخرة بداية الميزانية ٢,١٧ متوسطة —
٢,٥٤ متوسطة — ٢,١٠ مقدمة وتدون في الجدول بترتيب النقط وفي الخانات المخصصة لكل قراءة .

— الوضع الثانى :

٣,٤٨ مؤخرة وتدون على نفس السطر مع مقدمة الوضع الأول ويسجل في خانة الملاحظات أن هذه النقطة هي نقطة دوران —
٣,١٠ متوسطة — ٢,٩٥ متوسطة — ١,٣٥ مقدمة .

الرقم	القراءات			م. س. م.	النسب	المسافة	ملاحظات
	خ	م	ق				
١	٣,١٠			١٣,٢٠	١٠,١٠	صفر	معلومة النسب
٢		٢,١٧			١١,٠٣	٢٠	
٣		٢,٥٤			١٠,٦٦	٤٠	
٤	٣,٤٨		٢,١٠	١٤,٥٨	١١,١٠	٦٠	نقطة دوران
٥		٣,١٠			١١,٤٨	٨٠	
٦		٢,٩٥			١١,٦٣	١٠٠	
٧	٢,٤٤		١,٣٥	١٥,٦٧	١٣,٢٣	١٢٠	نقطة دوران
٨		٣,١٩			١٢,٤٨	١٤٠	
٩		٣,٤٥			١٢,٢٢	١٦٠	
١٠	٢,٦٥		٣,٠٠	١٥,٣٢	١٢,٦٧	١٨٠	نقطة دوران
١١		١,١٤			١٤,١٨	٢٠٠	
١٢			١,٥٢		١٣,٨٠	٢٢٠	
						متراً	

— الوضع الثالث :

٢,٤٤ مؤخرة تلون على سطر واحد مع مقدمة الوضع الثاني لأنها
نقطة دوران ٣,١٩ متوسطة — ٣,٤٥ متوسطة — ٣,٠٠ مقدمة .

— الوضع الرابع :

٢,٦٥ مؤخرة تسجل على نفس السطر مع مقدمة الوضع الثالث
لأنها نقطة دوران ٢,١٤ متوسطة — ١,٥٢ مقدمة ونهاية الميزانية
الطولية المتسلسلة .

٤ — يتم تسجيل النقط في الجدول في خانة القراءات وترقم النقط ويسجل
منسوب النقطة الأولى معلومة المنسوب ١٠,١٠ متراً ويدون في خانة
الملاحظات أنها نقطة معلومة المنسوب .

٥ - يتم حساب المناسيب :

أ - بطريقة سطح الميزان :

التحقيق الحسابي :

١ - عدد المؤخرات = عدد المقدمات

$$4 = 4$$

٢ - مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات = ١١,٦٧ - ٧,٩٧

$$= ٣,٧$$

٣ - منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة = ١٣,٨٠ - ١٠,١٠

$$= ٣,٧$$

العمل الحسابي صحيح .

ب - بطريقة الإرتفاع والإنخفاض :

التحقيق الحسابي :

١ - عدد المؤخرات = عدد المقدمات = ٤,٠٠

٢ - مجموع المؤخرات - مجموع المقدمات

$$= ١١,٦٧ - ٧,٩٧ = ٣,٧٠$$

٣ - منسوب آخر نقطة - منسوب أول نقطة

$$= ١٣,٨٠ - ١٠,١٠ = ٣,٧٠$$

٤ - مجموع الإرتفاعات - مجموع الإنخفاضات

$$= ٥,٤٦ - ١,٧٦ = ٣,٧٠$$

العمل الحسابي صحيح .

الرقم	القراءات			ارتفاع	إنخفاض	النسوب	المسافة	ملاحظات
	خ	م	ق					
١	٣,١٠					١٠,١٠	صفر	معلومة النسوب
٢		٢,١٧		٠,٩٣		١١,٠٣	٢٠	
٣		٢,٥٤			٠,٣٧	١٠,٦٦	٤٠	
٤	٣,٤٨		٢,١٠	٠,٤٤		١١,١٠	٦٠	دوران
٥		٣,١٠		٠,٣٨		١١,٤٨	٨٠	
٦		٢,٩٥		٠,١٥		١١,٦٣	١٠٠	
٧	٢,٤٤		١,٣٥	١,٦٠		١٣,٢٣	١٢٠	دوران
٨		٣,١٩			٠,٧٥	١٢,٤٨	١٤٠	
٩		٣,٤٥			٠,٢٦	١٢,٢٢	١٦٠	
١٠	٢,٦٥		٣,٠٠	٠,٤٥		١٢,٦٧	١٨٠	دوران
١١		١,١٤		١,٥١		١٤,١٨	٢٠٠	
١٢			١,٥٢		٠,٣٨	١٣,٨٠	٢٢٠	

الميزانية الشبكية

تستخدم الميزانية الشبكية لتحديد مناسيب سطح الأرض في منطقة تتميز بخفة التضاريس بهدف إنشاء خريطة كنتورية للمنطقة ، أو بغرض إجراء عمليات تسوية الأراضي للمشروعات الهندسية أو التسوية على مبول معينة لإقامة مشروعات الري والصرف وما شابه ذلك من أغراض . ويتبع في إجراء الميزانية الشبكية عدد من الطرق تختلف في أسلوب التنفيذ إلا أنها تتفق جميعاً في الغاية وهي تحديد مناسيب أكبر عدد من النقط في المنطقة المطلوب إجراء الميزانية الشبكية بها .

— الميزانية الشبكية بطريقة شبكة المربعات :

١ — بعد عملية الاستكشاف وتحديد إمتداد المنطقة في جميع الإتجاهات يتم اختيار ضلع مضلع بإمتداد حدود المنطقة ويفضل أن يكون خارج حدودها بمسافة صغيرة .

٢ — يتم تقسيم طول هذا الخط إلى عدد من الأطوال الصغيرة المتساوية وكلما زاد عدد الأقسام كلما زاد عدد نقط المناسيب وبالتالي زيادة دقة الميزانية الشبكية ونتائج العمل المترتب على نتائجها .

٣ — من أقرب نقطة روبر يتم إجراء ميزانية طولية متسلسلة إلى أول نقطة من نقط الضلع لتصبح نقطة معلومة المنسوب .

٤ — تجرى ميزانية طولية على طول الضلع لتحديد مناسيب نقط التقسيم التي ستعتبر بدايات لميزانيات طولية . وبذلك ينتج لدينا ضلع مجاور للمنطقة مقسم إلى أقسام صغيرة الطول في نقط محددة بأوتاد ترقم أو يتم ترميزها على كروكي المنطقة .

٥ — من نقطة التقسيم يتم إقامة أعمدة على الضلع المختار تمتد بإمتداد حدود المنطقة بأدوات إقامة الأعمدة (الشريط — المثلث المساح — المنشور المرئي — البانومتر) وتقسم هذه الأعمدة إلى أقسام متساوية ومساوية لأطوال أقسام الضلع الأساسى ويثبت في كل قسم منها وتد خشبي أو زاوية حديد تبعاً لطبيعة أرض المنطقة . توقع هذه الأعمدة على

- ٨ — يتم إتباع نفس الخطوات بالنسبة للأعمدة الأخرى
ج — د — هـ — و بذلك يكون قد تم حساب منسوب كل ركن
من أركان شبكة المربعات وعددها ٣٦ نقطة .
- ٩ — تبعاً لمقياس الرسم توقع شبكة مربعات مناظرة لشبكة المربعات التي تم
إنشاؤها على الطبيعة .
- ١٠ — من واقع جداول الميزانية للضلع أ و للأعمدة أ ، ب ، ج ، د ، هـ
وتدون مناسيب النقاط المختلفة وبذلك يتم إجراء الميزانية الشبكية
 للمنطقة وتوظف هذه المناسيب في الغرض الذي تمت من أجله سواء في
إنشاء خريطة كنتورية أو في عمليات التسوية للمشروعات . (شكل
رقم ١٤٩) .

تم بحمد الله ؟

- ٨ - يتم إتباع نفس الخطوات بالنسبة للأعمدة الأخرى
ج - د - هـ - و بذلك يكون قد تم حساب منسوب كل ركن
من أركان شبكة المربعات وعددها ٣٦ نقطة .
- ٩ - تبعاً لمقياس الرسم توقع شبكة مربعات مناظرة لشبكة المربعات التي تم
إنشاؤها على الطبيعة .
- ١٠ - من واقع جداول الميزانية للضلع أ و وللأعمدة أ ، ب ، ج ، د ، هـ
وتكون مناسب النقاط المختلفة وبذلك يتم إجراء الميزانية الشبكية
للمنطقة وتوظف هذه المناسيب في الغرض الذي تمت من أجله سواء في
إنشاء خريطة كنتورية أو في عمليات التسوية للمشروعات . (شكل
رقم ١٤٩) .

تم بحمد الله

قائمة المراجع

أولاً : مراجع اللغة العربية :

- ١ - أحمد أحمد السيد مصطفى : الجغرافيا العملية والخرائط ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ١٩٨٦ .
- ٢ - أحمد أحمد السيد مصطفى : الخرائط الكتورية ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ١٩٨٧ .
- ٣ - جودة حسنين جودة : الجغرافيا الطبيعية والخرائط ، منشأة المعارف ، الاسكندرية ١٩٨٢ .
- ٤ - جودة حسنين جودة : الجغرافيا المناخية والحيوية ، دار المعارف الجامعية ، الاسكندرية ١٩٨٩ .
- ٥ - جودة حسنين جودة : جغرافية لبنان الإقليمية ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ١٩٨٥ .
- ٦ - صفوح خير : البحث الجغرافي مناهجه وأساليبه ، جامعة دمشق ، دمشق ١٩٧٨ .
- ٧ - علي شكرى وزملاؤه : المساحة الطبوغرافية ، منشأة المعارف ، الاسكندرية ١٩٨١ .
- ٨ - علي شكرى وزملاؤه : المساحة المستوية ، منشأة المعارف ، الاسكندرية ١٩٨٥ .
- ٩ - فايز محمد العيسوى : خرائط التوزيعات البشرية ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ١٩٨٨ .

- ١٠- فتحى عبد العزيز أبو راضى : الجغرافيا العملية ومبادئ الخرائط ، دار المعارف الجامعية ، الاسكندرية ١٩٨٨ .
- ١١- فتحى عبد العزيز أبو راضى : خرائط التوزيعات الاجتماعية والإقتصادية ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ١٩٩٠ .
- ١٢- فهمى هلالى أبو العطا : الطقس والمناخ ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية ١٩٧٠ .
- ١٣- محمد صبحى عبد الحكيم وزميله : علم الخرائط — الأنجلو المصرية ، القاهرة ١٩٦٦ .
- ١٤- محمد فريد أحمد فتحى : المساحة للجغرافيين ، دار الجامعات المصرية ، الاسكندرية ١٩٨٣ .
- ١٥- محمد متولى موسى وزميله : قواعد الجغرافيا العملية ، مكتبة الآداب ، القاهرة ١٩٦٩ .
- ١٦- محمد محمد سطيحة : خرائط التوزيعات الجغرافية ، القاهرة ١٩٧١ .
- ١٧- نقولا إبراهيم : مساقط الخرائط ، منشأة المعارف ، الاسكندرية ١٩٨٢ .
- ١٨- هيئة الأرصاد الجوية : لوحة شفرات أرصاد الطقس .

ثانياً : المراجع باللغة الإنجليزية :

- 1 - Bygott, M, A., : An Introductation to Map work and Practical Geography. London, 1955.
- 2 - Dury, G, H., : Map Interpretation. New York, 1972.
- 3 - James, M., & Edward, M., : Introduction to surveying. New York, 1985.
- 4 - Jonathan, P., : Antique Maps. London, 1988.
- 5 - John, C., : Site surveying and Levelling, London, 1981.
- 6 - John, S, K., : Cartographic Design and Production. New York, 1989.
- 7 - Liory d, A, B., : The story of Maps, New York, 1977.
- 8 - Monkhouse, F., & Wilkinson, H., : Map and Diagtams, London 1978.
- 9 - Roisz, E., : General Cartography. New York 1948.
- 10- Robinson, A, & Randall, D., S., : Elements of Cartography New York, 1969.

